



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

PROYECTO FINAL DE CARRERA

SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA CONCIENCIACIÓN DEL GASTO DE AGUA EN COLEGIOS

Autor

Héctor Rillo Bautista

Director

D. José María López Pérez

Especialidad

Electrónica

Convocatoria

Junio 2014



Universidad
Zaragoza



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Sistema Electrónico para la Concienciación del gasto de agua en colegios

AUTOR

Héctor Rillo Bautista

DIRECTOR

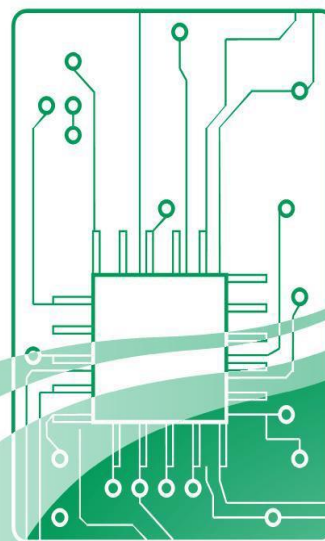
D. José María López Pérez

ESPECIALIDAD

Electrónica

CONVOCATORIA

Junio 2014



*A mi familia,
por su cariño y apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a todas las personas que me han ayudado en la realización de este proyecto y que lo han hecho posible gracias a su apoyo e interés.

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a mi tutor del proyecto, José María López Pérez, por su paciencia y por su ayuda durante la realización del mismo.

Del mismo modo agradecer a Victor Carazo, Lorena Ceamanos, Danilo Chávez , Ana M. Sánchez, Silvia Moles, Héctor Martínez, Patrick Moosbrugger y Sandra Marco por la colaboración establecida para el desarrollo del proyecto. A los compañeros del laboratorio, por su compañerismo y ayuda en cualquier momento. En especial, a Santiago Villarroya por su ayuda con el material de programación.

Y por último, agradecer a todo mi entorno que me ha ayudado y apoyado siempre durante la realización del proyecto.

A todos ellos, gracias.

RESUMEN

SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA CONCIENCIACIÓN DEL GASTO DE AGUA EN COLEGIOS

En este proyecto se propone como objetivo principal el diseño de un producto electrónico capaz de concienciar a los niños de colegios infantiles y primaria, de la importancia de realizar un buen uso del agua, y realizar un seguimiento del consumo de agua. Para ello, el producto está diseñado para su instalación en los lavados de los colegios.

El proyecto se encuentra desarrollado en colaboración con equipos de estudiantes del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, como trabajo de la asignatura de Metodología de Diseño Industrial de 4º curso.

Durante las primeras fases de la colaboración, se realiza una búsqueda de información de las tecnologías existentes aplicables al escenario de desarrollo del proyecto. También se generan una serie de conceptos de producto con cada equipo de trabajo, de los cuales sólo uno es seleccionado para su desarrollo como prototipo funcional.

En la siguiente fase del desarrollo del producto, se establecen las especificaciones de diseño del producto, así como las dimensiones y estructura del mismo, y las soluciones electrónicas pertinentes para su funcionamiento correcto.

Una vez terminada la colaboración con los diseñadores, se prosigue con el desarrollo electrónico, hasta obtener un prototipo funcional completo. Para ello, se realizan cambios en el método de detección de agua, así como en la comunicación inalámbrica.

El sistema electrónico final, consta de dos dispositivos electrónicos, uno tiene como función principal detectar y contabilizar el tiempo que permanece el grifo abierto, para que posteriormente se realice el cálculo del gasto de agua. El segundo tiene como función principal mostrar el consumo de agua estimado y el nivel de las baterías. La comunicación entre los dispositivos se realiza mediante módulos de radiofrecuencia.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	II
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Ámbito	3
1.2. Motivación e importancia de ahorrar agua.....	3
1.3. Escenario de trabajo.....	4
1.4. Descripción del proyecto y metodología.....	4
2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN DE LA FASE PREVIA.....	6
2.1. Clasificación de sensores	6
2.2. Sensores resistivos	6
2.2.1. Potenciómetros	7
2.2.2. Galgas extensométricas.....	7
2.2.3. Detectores de Temperatura Resistivos (RTD).....	8
2.2.4. Termistores.....	8
2.2.5. Magnetorresistencias	9
2.2.6. Fotoresistencias (LDR)	9
2.2.7. Higrómetros resistivos.....	10
2.3. Sensores de reactancia variable	10
2.3.1. Sensores capacitivos.....	10
2.3.2. Sensores inductivos: Transformadores diferenciales (LVDT)	12
2.4. Sensores electromagnéticos basados en el efecto Hall	12
2.5. Sensores generadores	13
2.5.1. Sensores termoeléctricos: termopares	13
2.5.2. Sensores piezoeléctricos	13
2.5.3. Sensores fotoeléctricos: fotodiodos y fototransistores	14
2.5.4. Sensores de ultrasonidos.....	14
2.6. Alimentación	15
2.7. Arduino	16
3. GENERACIÓN DE CONCEPTOS.....	17
3.1. Equipo 3	17
3.1.1. Riego inteligente.....	17
3.1.2. Inodoro con descarga ideal	18
3.1.3. Grifo regulador	18
3.2. Equipo 8	19

3.2.1.	Inodoro limpio	19
3.2.2.	Grifo electrónico	20
3.2.3.	Monstruo del agua	21
3.3.	Concepto seleccionado.....	21
4.	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	22
4.1.	Ámbito	22
4.2.	Normativa	22
4.3.	Información General.....	22
4.3.1.	Necesidades del cliente y expectativas razonables	22
4.3.2.	Descripción de usuarios.....	23
4.4.	Requisitos.....	23
4.4.1.	Críticos	23
4.4.2.	Deseables.....	24
4.5.	Descripción del Producto Desarrollado.....	25
4.5.1.	Booby Boo	25
4.5.2.	Screen Boo.....	25
5.	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	26
6.	DISEÑO ELECTRÓNICO	28
6.1.	Diagrama de bloques general	28
6.2.	Búsqueda de información y elección de componentes	28
6.2.1.	Sensores	28
6.2.2.	Microcontrolador (MCU)	31
6.2.3.	Indicadores visuales.....	33
6.2.4.	Indicadores acústicos	35
6.2.5.	Comunicación inalámbrica	35
6.2.6.	Alimentación.....	37
6.2.7.	Módulo temporal.....	38
6.3.	Diseño de Booby Boo	39
6.3.1.	Diagrama de bloques.....	39
6.3.2.	Batería	39
6.3.3.	Microcontrolador (MCU)	40
6.3.4.	Indicador visual.....	40
6.3.5.	Sensor	42
6.3.6.	Comunicación inalámbrica	42
6.3.7.	Esquema del circuito	43
6.4.	Diseño de Screen Boo.....	43
6.4.1.	Diagrama de bloques.....	43
6.4.2.	Red Eléctrica y Fuente SMPS	43
6.4.3.	Microcontrolador (MCU)	44
6.4.4.	Indicador visual.....	44
6.4.5.	Controles	45
6.4.6.	Indicador Acústico	45

6.4.7.	Comunicación inalámbrica	46
6.4.8.	Módulo temporal.....	46
6.4.9.	Esquema del circuito	47
6.5.	Desarrollo del prototipo	47
6.5.1.	Prototipo en placa de prototipado	47
6.5.2.	Prototipo en placa de circuito impreso (PCB).....	53
7.	SECUENCIA DE MONTAJE DE BOOBY BOO	55
8.	SECUENCIA DE USO.....	56
8.1.	Secuencia de uso principal.....	56
8.2.	Secuencia de uso del menú de Screen Boo	58
9.	CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.....	59
9.1.	Conclusiones	59
9.2.	Líneas de futuro	59

ANEXO A -PROGRAMACIÓN DEL PRODUCTO

1. BOOBY BOO

1.1. Diagrama de flujo

1.2. Código

2. SCREEN BOO

2.1. Diagrama de flujo

2.2. Código

ANEXO B – BRIEF DEL PROYECTO

ANEXO C – AHORRO DE AGUA EN EDIFICIOS PÚBLICOS, DOSIER FASE 3 REDUCIDO

ANEXO D – DATASHEETS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lista de acrónimos

PFC	Proyecto Final de Carrera
LDVT	<i>Linear Variable Differential Transformer</i>
LDR	<i>Light Dependant Resistor</i>
RTD	<i>Resistance Temperature Detector</i>
NTC	<i>Negative Temperature Coefficient</i>
PTC	<i>Positive Temperature Coefficient</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
FSR	<i>Force Sensing Resistor</i>
EMI	<i>Electromagnetic Interference</i>
EMC	<i>Electromagnetic Compatibility</i>
MCU	<i>Microprocessor Control Unit</i>
ASIC	<i>Aplication-Specific Integrated Circuit</i>
FPGA	<i>Field-Programmable Gate Array</i>
LCD	<i>Lyquid Cristal Display</i>
PWM	<i>Pulse Wide Modulation</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IR	<i>Infrared Radiation</i>
RF	<i>Radio Frequency</i>
RTC	<i>Real Time Clock</i>
ISP	<i>In-system programming</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
SMD	<i>Surface Mount Device</i>
THD	<i>Through Hole Device</i>
EEPROM	<i>Electrially Erasable Programmable</i>
QAM	<i>Quadrature Amplitud Modulation</i>
IC	<i>Integrated Circuit</i>
SMPS	<i>Switch-Mode Power Source</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>
TWI	<i>Two Wire Interface</i>

USB	<i>Universal Serial Bus</i>
WIFI	<i>Wireless Fidelity</i>
SD	<i>Storage Device</i>

1. Introducción

El proyecto que nos ocupa está catalogado como **tipo B** según la normativa de proyectos fin de carrera (PFC) de la Universidad de Zaragoza.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible [1].

1.1. Ámbito

El proyecto busca reducir el consumo de agua en grandes edificios públicos, donde hay varios aspectos claves a tener en cuenta son:

- diversidad de usuarios que no paga por el agua
- cambios de infraestructura complicados por motivos económicos

Existen diversas estrategias: mejorar la eficiencia de las cargas que consumen energía, gestionar automáticamente el uso de dichas cargas (domótica) o la concienciación del consumidor. En principio se persigue esta última estrategia en la que mediante los datos (d) e información (i) se crea un conocimiento (k) en las personas que provoca un entendimiento (u) del efecto que la gestión energética tiene a diferentes niveles: económico, medioambiental, etc. Este entendimiento es el que posibilita la generación de una sabiduría (w) con un impacto hacia futuro [1].

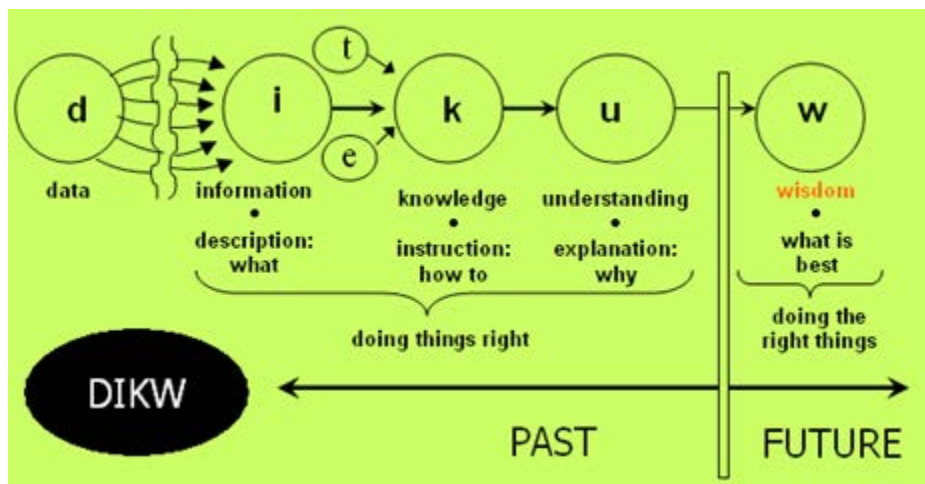


Figura 1.1 - Diagrama flujo para la concienciación del consumidor [1]

1.2. Motivación e importancia de ahorrar agua

El agua es uno de los recursos más importantes e imprescindibles para el desarrollo de cualquier tipo de vida, motivo por el cual es fundamental proteger su utilización y, por ende, su correcto uso.

Por todo ello, nuestros hábitos de consumo tanto despreocupados como irresponsables, el aumento de la concentración de la población mundial, la contaminación de las fuentes básicas de obtención y otros factores han provocado que muchos expertos en la materia hayan puesto el grito en el cielo como uno de los principales focos de preocupación medioambiental.

La motivación para ahorrar agua no ha de ser únicamente por interés personal, si no también por solidaridad, ya que sólo el 1% de toda el agua del planeta es agua dulce, ésta se encuentra en los lagos, en los ríos o en la lluvia de una forma limitada, y ha de poder ser utilizada por los seres humanos, por

plantas y animales, y conseguir llegar a las próximas generaciones, por ello es muy importante no malgastarla y mantenerla limpia y en buenas condiciones.



Figura 1.2 - Gota de agua

1.3. Escenario de trabajo

El proyecto se ha desarrollado en colaboración con equipos de estudiantes del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, que se encuentran cursando la asignatura de Metodología de Diseño Industrial del 4º curso 2013-2014; y equipos de estudiantes del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, que se encuentran cursando la asignatura de Laboratorio de Diseño Electrónico de segundo curso; mezclados con estudiantes de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial de Electrónica Industrial, que se encuentran realizando el PFC. Como se menciona en el siguiente punto, el objetivo es desarrollar un producto electrónico en busca de reducir el consumo energético en un escenario preestablecido.

La composición de equipos se encuentra reflejada en la tabla 1.1

EQUIPO DISEÑADORES 3	EQUIPO DISEÑADORES 8	EQUIPO ELECTRÓNICO
Víctor Carazo Castel	Silvia Moles	Héctor Rillo Bautista
Lorena Ceamanos Fiances	Héctor Martínez	
Danilo Chávez Sayay	Patrick Moosbrugger	
Ana M. Sánchez Álvarez	Sandra Marco	

Tabla 1.1 - Composición de equipos

Durante la realización del proyecto, se establece una estrecha colaboración entre ambas partes para conseguir un producto final viable en fase de prototipo, durante el periodo de tiempo de duración de la asignatura mencionada anteriormente. Una vez finalizada la colaboración, el equipo electrónico compuesto por estudiantes de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial de Electrónica Industrial, sigue desarrollando la parte electrónica del producto hasta una versión funcional de todo el producto como parte de un PFC.

En este periodo de tiempo, ambos equipos deben colaborar en todas las fases. Los electrónicos tienen que realizar un estudio de las tecnologías electrónicas disponibles y sus potenciales funcionalidades, aportando al equipo un panorama de posibilidades que encauce la evolución de los conceptos de producto que se vayan desarrollando. Posteriormente, el avance en los conceptos de diseño y el desarrollo de las soluciones electrónicas deben estar perfectamente acompasados para que el trabajo dé como resultado un producto viable [1].

1.4. Descripción del proyecto y metodología

En este PFC se busca el diseñar un producto electrónico capaz de concienciar a los niños en los centros educativos de la importancia de realizar un buen uso del agua, y realizar un seguimiento del consumo de agua que tiene el lavado donde se encuentra instalado.

Para la realización del trabajo, se ha llevado a cabo una serie de fases previas en colaboración con los equipos de diseñadores. En estas fases, se procede a realizar una investigación de mercado y su segmentación, y un análisis de gamas y líneas de producto hasta disponer de un mínimo de tres conceptos de producto de los que seleccionar y proponer un concepto viable. La tarea del equipo electrónico en esta fase, consiste en realizar una investigación sobre tecnologías electrónicas, (tanto *hardware* como *software*) aplicables a los conceptos, considerando la viabilidad de su desarrollo. Toda esta información se va poniendo en común con los diseñadores, para que así se vayan concretando las posibles ideas de producto de manera que sean coherentes con las tecnologías electrónicas aplicables [1].

Una vez superada esta fase, se procede al desarrollo del proyecto seleccionado hasta el nivel de prototipo funcional, en la que el equipo de diseñadores continúa este desarrollo a través de bocetos más elaborados y que muestren la evolución funcional y la exploración formal; solucionando las características técnicas del producto y definiendo con precisión los procesos productivos y materiales a utilizar en su fabricación. Por otro lado, el equipo electrónico desarrolla el sistema electrónico mediante herramientas de simulación y con montajes reales, explorando a fondo sus funciones y restricciones, seleccionando los componentes concretos que mejor se ajusten a las necesidades.

Finalmente se han extraído una serie de conclusiones evaluando todas las etapas involucradas en el trabajo y de donde se extraen líneas futuras de actuación.

2. Búsqueda de información de la fase previa

A continuación se redacta la información aportada a los equipos de diseñadores.

2.1. Clasificación de sensores

Un sensor o captador, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que somos capaces de cuantificar y manipular.

En la tabla 2.1, se recogen los sensores y métodos de detección ordinarios para las magnitudes que considero pueden ser útiles para el desarrollo del producto.

SENSORES	MAGNITUDES						
	POSICIÓN DISTANCIA DESPLAZAMIENTO	VIBRACIÓN	TEMPERATURA	PRESIÓN	CAUDAL FLUJO	NIVEL	HUMEDAD
RESISTIVOS	Potenciómetros Galgas Magnetoresistencias	Galgas + masa resorte	RTD Termistores	Potenciómetro + tubo de Boudon	Anemómetros de hilo caliente Galgas + voladizo Termistores	Potenciómetro + flotador Termistores LDR	Humistor
CAPACITIVOS	Condensador diferencial			Condensador variable + diafragma		Condensador variable	Condensador Variable
INDUCTIVOS Y ELECTRO- MAGNÉTICOS GENERADORES	LVDT Efecto Hall	LVDT + masa resorte Piezoeléctricos + masa resorte	Termopares	LVDT + diafragma Piezoeléctricos		LVDT + flotador	
UNIONES P-N ULTRASONIDOS	Fotoeléctricos Reflexión				Efecto Doppler Tiempo tránsito	Fotoeléctricos Reflexión Absorción	

Tabla 2.1 - Clasificación de sensores [2]

2.2. Sensores resistivos

Este tipo de sensores se encuentra basado en la variación de su resistencia eléctrica. Son los más abundantes debido a que son muchas las magnitudes físicas que afectan al valor de la resistencia eléctrica de un material [3].

2.2.1. Potenciómetros

Un potenciómetro es un resistor con un contacto móvil deslizante o giratorio. La resistencia entre dicho contacto móvil y uno de los terminales fijos es

$$R = \frac{\rho}{A} l (1 - \alpha) = \frac{\rho}{A} (l - x) \quad (2.1)$$

donde x es la distancia recorrida desde el otro terminal fijo, α la fracción de longitud correspondiente, ρ es la resistividad del material, l su longitud y A su sección transversal, supuesta uniforme. De forma que la resistencia varía en función de la longitud entre el terminal fijo y el móvil.

Los potenciómetros pueden emplearse para detectar posición, acompañados por un tubo de Bourdon permiten detectar presión, y, entre otras magnitudes, acompañados con un flotador sirven para detectar el nivel de un líquido.

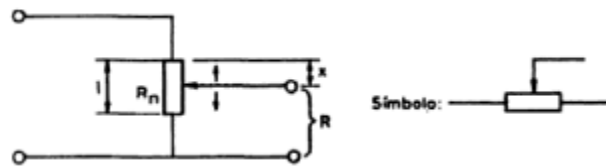


Figura 2.1 - Potenciómetro ideal y su símbolo [3]

2.2.2. Galgas extensométricas

Las galgas extensométricas se basan en la variación de la resistencia de un conductor o un semiconductor cuando es sometido a un esfuerzo mecánico. Si se considera un hilo metálico de longitud l , sección A y resistividad ρ , su resistencia eléctrica R es

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.2)$$

Para pequeñas variaciones la resistencia del hilo metálico deformado puede ponerse de la forma

$$R = R_0 (1 + x) \quad (2.3)$$

donde R_0 es la resistencia en reposo y

$$x = K \epsilon \quad (2.4)$$

donde K es el denominado factor de sensibilidad de la galga y ϵ es la deformación unitaria del material.

Las galgas extensométricas se pueden aplicar a la medida de cualquier variable que pueda convertirse, con los complementos apropiados, en una fuerza capaz de provocar deformaciones del orden de 10 μm e incluso inferiores.

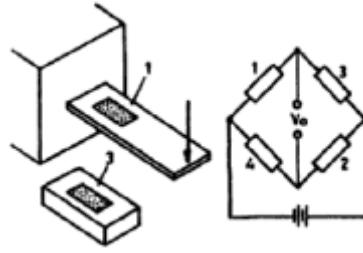


Figura 2.2 - Galgas extensométricas [3]

2.2.3. Detectores de Temperatura Resistivos (RTD)

Los detectores de Temperatura Resistivos o RTD (*Resistance Temperature Detector*) se encuentran fabricados en su mayoría en platino. El fundamento de las RTD es la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. En un conductor, el número de electrones disponibles para la conducción no cambia apreciablemente con la temperatura. Pero si ésta aumenta, las vibraciones de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio son mayores, y así dispersan más eficazmente a los electrones, reduciendo su velocidad media. Esto implica un coeficiente de temperatura positivo, es decir, un aumento de la resistencia con la temperatura. Esta dependencia se puede expresar en su margen lineal de la forma

$$R = R_0 (1 + \alpha T) \quad (2.5)$$

donde R_0 es la resistencia a la temperatura de referencia y T el incremento de temperatura respecto a la de referencia.

Hay modelos de RTD tanto para inmersión en fluidos como para medir temperaturas superficiales, de forma que aunque su principal función es medir temperaturas, también pueden emplearse para medir la velocidad de un fluido con una configuración especial.



Figura 2.3 - Símbolo RTD [3]

2.2.4. Termistores

Son resistores variables con la temperatura, pero no están basados en conductores como las RTD, sino en semiconductores. Si su coeficiente de temperatura es negativo se denominan NTC (*Negative Temperature Coefficient*), mientras que si es positivo se denominan PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Los símbolos respectivos son los de la figura 2.4, donde el trazo horizontal en el extremo de la línea inclinada indica que se trata de una variación no lineal.



Figura 2.4 - Símbolo termistores [3]

El fundamento de los termistores está en la dependencia de la resistencia de los semiconductores con la temperatura, debida a la variación con ésta del número de portadores. En una NTC, al aumentar la temperatura lo hace también el número de portadores reduciéndose la resistencia y de ahí que presenten coeficiente de temperatura negativo. Esta dependencia varía con la presencia de impurezas, y si el dopado es muy intenso, el semiconductor adquiere propiedades metálicas con coeficiente de temperatura positivo en un margen de temperaturas limitado.

Las aplicaciones de los termistores se pueden dividir entre las que están basadas en un calentamiento externo del termistor, que son todas las relativas a la medida, control y compensación de temperatura; y las que se basan en calentarlo mediante el propio circuito de medida, entre las que se encuentran las medidas de caudal, nivel y vacío, y el análisis de la composición de gases.

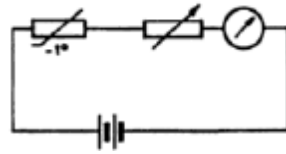


Figura 2.5 – Aplicación NTC: Medida de temperatura con indicador no lineal [3]

2.2.5. Magnetorresistencias

Si se aplica un campo magnético a un conductor por el que circula una corriente eléctrica, dependiendo de la dirección del campo, entre otros efectos, hay una reducción de la corriente al ser desviados algunos electrones de su trayectoria.

En materiales anisótropos, como son los ferromagnéticos, al depender su resistencia del estado de magnetización, el efecto de un campo magnético externo es más acusado que en la mayoría de los conductores. La relación entre el cambio de resistencia y el campo magnético externo es cuadrática, pero es posible linealizarla mediante distintas técnicas de polarización.

Las aplicaciones de las magnetorresistencias se pueden dividir entre las de medida directa de campos magnéticos, como el registro magnético de audio y las lectoras de tarjetas magnéticas y de precios modificados magnéticamente; y las de medida de otras magnitudes a través de variaciones de campo magnético, como la medida de desplazamiento y velocidades lineales y angulares, los detectores de proximidad, la medida de posiciones y la medida de niveles con flotador. Para los casos del segundo tipo, el elemento móvil debe provocar un cambio de campo magnético, y para ello o bien debe ser un elemento metálico o con un recubrimiento o identificador metálico, en presencia de un campo magnético constante, o bien hay que incorporar un imán permanente que se mueva junto con el elemento a detectar.

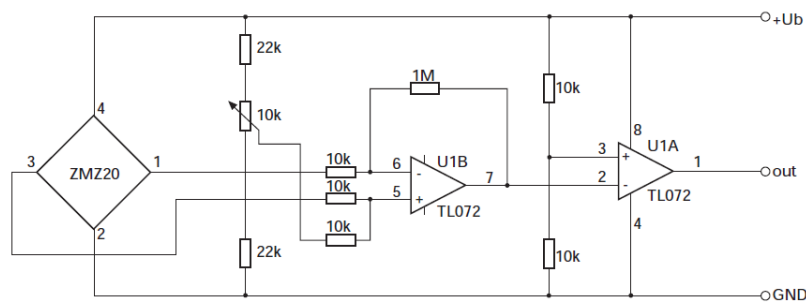


Figura 2.6 - Circuito de aplicación de sensor magnetorresistivo ZMZ20 [4]

2.2.6. Fotorresistencias (LDR)

Las fotorresistencias, fotoconductores o LDR (*Light Dependent Resistors*) se basan en la variación de la resistencia eléctrica de un semiconductor al incidir en él radiación óptica. Si la radiación óptica posee energía suficiente para permitir el salto de los electrones de la banda de valencia a la banda de conducción, pero sin exceder el umbral necesario para que se desprendan del material, se tendrá un efecto fotoeléctrico interno o fotoconductor, y a mayor iluminación mayor será la conductividad, o dicho de otra forma, menor será la resistencia eléctrica del componente.

Un modelo simple de fotoconductor es

$$R = AE^{-\alpha} \quad (2.6)$$

donde A y α dependen del material y las condiciones de fabricación, y E es la densidad superficial de energía recibida expresada en lux, la cuál es fuertemente no lineal.

Las aplicaciones de las LDR se pueden dividir entre las de medida de luz, con poca precisión y bajo coste, como el control automático de brillo y contraste en receptores de televisión, el control de diafragmas de cámaras fotográficas, la detección de fuego; y las que emplean la luz como radiación a modificar, como los detectores de presencia y posición y algunas medidas de nivel de depósitos.

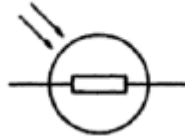


Figura 2.7 - Símbolo LDR [3]

2.2.7. Higrómetros resistivos

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en un gas o de agua absorbida en un líquido o un sólido.

La mayoría de los aislantes eléctricos presentan un descenso de resistividad brusco, al aumentar su contenido de humedad. Si se mide la variación de su resistencia se tiene un higrómetro resistivo. Si se mide la variación de la capacidad, se tiene un higrómetro capacitivo. Los higrómetros resistivos son más adecuados que los capacitivos cuando la humedad relativa es alta.

La relación entre la humedad relativa y la resistencia no es lineal.

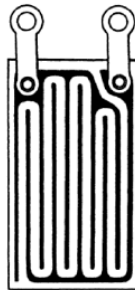


Figura 2.8 - Disposición física de un higrómetro resistivo [3]

2.3. Sensores de reactancia variable

La variación de la reactancia de un componente o circuito ofrece alternativas de medida a las disponibles en sensores resistivos, puesto que muchas de ellas no requieren contacto físico con el sistema donde se va a medir, o bien tienen un efecto de carga mínimo [5].

2.3.1. Sensores capacitivos

En este punto se nombran sensores de capacidad variable.

2.3.1.1. Condensador variable

Un condensador eléctrico consiste en dos conductores separados por un dieléctrico (sólido, líquido o gaseoso), o el vacío. La relación entre la carga Q , y la diferencia de potencial V , entre ellos viene descrita por su capacidad C

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.7)$$

Esta capacidad depende de la disposición geométrica de los conductores y del material, dieléctrico, dispuesto entre ellos

$$C = C(\epsilon, G) \quad (2.8)$$

En general, cualquier cambio en el dieléctrico o en la geometría puede ser considerado para la detección del fenómeno que lo provoca.

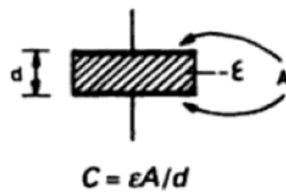


Figura 2.9 - Condensador de capacidad variable [5]

Entre las aplicaciones más inmediatas de los sensores capacitivos están la medida de desplazamientos lineales y angulares, y los detectores de proximidad. Además, los sensores capacitivos permitirán la medida de cualquier magnitud que se pueda convertir en un desplazamiento, como pueden ser la presión, la fuerza o par, o la aceleración, si se aplica a un sistema inercial, así como la medida de nivel de líquidos conductores y no conductores (aceite, gasolina).

2.3.1.2. Condensador diferencial

Un condensador diferencial consiste en dos condensadores variables dispuestos físicamente de tal modo que experimente el mismo cambio pero en sentidos opuestos.

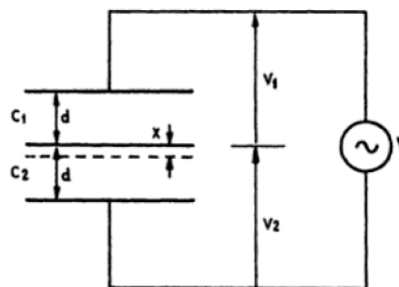


Figura 2.10 - Condensador diferencial [5]

Los sensores capacitivos diferenciales se emplean para medir desplazamientos entre 10^{-13} y 10 mm, con valores de capacidad del orden de 1 a 100 pF. Un ejemplo de sensor basado en un condensador diferencial consiste en un microacelerómetro de silicio, consisten en tres placas planas paralelas de polisilicio con superficie micromecanizada y separadas por aire. La placa superior y la inferior son fijas, mientras que la central pende de dos brazos en voladizo y constituye una masa inercial que es sensible a la aceleración en dirección perpendicular.

2.3.2. Sensores inductivos: Transformadores diferenciales (LVDT)

Un transformador diferencial de variación lineal (LVDT), se basa en la variación de la inductancia mutua entre un primario y cada uno de dos secundarios al desplazarse a lo largo de su interior un núcleo de material ferromagnético, arrastrado por un vástago no ferromagnético, unido a la pieza cuyo movimiento se desea medir.

Las aplicaciones más inmediatas de los LVDT son las medidas de desplazamiento y posición, aunque con la configuración adecuada, se pueden medir otras magnitudes que puedan provocar finalmente el desplazamiento del núcleo.

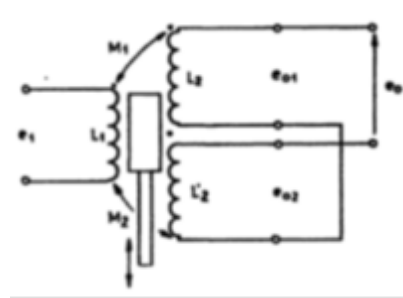


Figura 2.11 - Esquema básico del LVDT [5]

2.4. Sensores electromagnéticos basados en el efecto Hall

Los sensores electromagnéticos son dispositivos en los que una magnitud física puede producir una alteración de un campo magnético o de un campo eléctrico, sin que se trate de un cambio de inductancia de capacidad [5].

El efecto Hall, descubierto por E. H. Hall en 1879, consiste en la aparición de una diferencia de potencial transversal en un conductor o semiconductor, por el que circula corriente, cuando hay un campo magnético aplicado en dirección perpendicular a ésta.

En la fabricación de elementos Hall se emplean semiconductores, en vez de metales, porque al ser menor la conductividad, la tensión Hall es mayor. Además, en los semiconductores la movilidad de los portadores se puede controlar mediante la adición de impurezas, y obtener así un coeficiente Hall repetible. Como el efecto depende sólo de la movilidad, no hay perturbaciones debidas a efectos superficiales y, por ello, son fácilmente reproducibles y tiene alta fiabilidad.

Las aplicaciones más inmediatas de los elementos Hall son la medida de campos magnéticos y la realización del producto entre dos magnitudes que se conviertan, respectivamente en una corriente y un campo magnético, por ejemplo para la medida de potencia eléctrica (vatímetros). También es posible medir la intensidad de una corriente eléctrica a base de disponer el elemento Hall en el entrehierro de un toroide abierto en el que el paso de corriente crea un campo magnético proporcional. No obstante, también se puede detectar otras magnitudes físicas empleando otras disposiciones, como pueden ser la medida de desplazamiento o la proximidad entre un imán permanente y el detector, la medida de una velocidad de rotación u obtener un potenciómetro magnético.



Figura 2.12 - Elemento Hall como detector de desplazamiento [5]

2.5. Sensores generadores

Se consideran sensores generadores aquellos que generan una señal eléctrica a partir de la magnitud que miden sin necesidad de una alimentación eléctrica. Ofrecen una alternativa para medir muchas de las magnitudes ordinarias, sobre todo temperatura, fuerza y magnitudes afines. Pero, además, dado que se basan en efectos reversibles, están relacionados con diversos tipos de accionadores o aplicaciones en general [6].

2.5.1. Sensores termoelectricos: termopares

Los sensores termoelectricos se basan en que en un circuito de dos metales homogéneos, A y B, con dos uniones a diferente temperatura, aparece una corriente eléctrica, es decir, hay una conversión de energía térmica a energía eléctrica, o bien, si se abre el circuito, una fuerza termo-electromotriz (f.t.e.m.) que depende de los metales y de la diferencia de temperaturas entre las dos uniones. Al conjunto de estos dos metales distintos con una unión firme en un punto o una zona se le denomina termopar.

En las uniones de termopar interesa tener: resistividad elevada para tener una resistencia alta sin requerir mucha masa, lo cual implicaría alta capacidad calorífica y respuesta lenta; coeficiente de temperatura débil en la resistividad; resistencia a la oxidación a temperaturas altas, pues deben tolerar la atmósfera donde van a estar, y linealidad lo mayor posible.

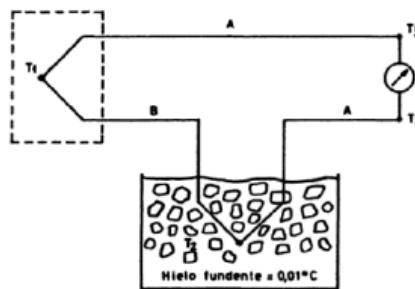


Figura 2.13 - Medida de temperatura mediante termopares con una unión a temperatura de referencia constante [6]

2.5.2. Sensores piezoeléctricos

Los sensores piezoeléctricos se basan en el efecto piezoeléctrico, el cual consiste en la aparición de una polarización eléctrica en un material al deformarse bajo la acción de un esfuerzo. Es un efecto reversible de modo que al aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre dos caras de un material piezoeléctrico, aparece una deformación.

Todos los materiales piezoeléctricos son anisótropos. Entre los materiales piezoeléctricos naturales, los de uso más frecuente son el cuarzo y la turmalina. De las sustancias sintéticas, las que han encontrado mayor aplicación no son monocristalinas sino cerámicas.

Entre las aplicaciones para las que se emplean los sensores piezoeléctricos se encuentran la medida de vibraciones, fuerzas, presiones y deformaciones.

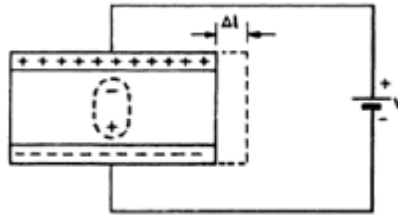


Figura 2.14 - Aplicación del efecto piezoeléctrico a baja frecuencia [6]

2.5.3. Sensores fotoeléctricos: fotodiodos y fototransistores

El fotodiodo es un diodo semiconductor, construido con una unión PN, como muchos otros diodos que se utilizan en diversas aplicaciones, pero en este caso el semiconductor está expuesto a la luz a través de una cobertura cristalina y a veces en forma de lente, y por su diseño y construcción será especialmente sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Todos los semiconductores tienen esta sensibilidad a la luz, aunque en el caso de los fotodiodos, diseñados específicamente para esto, la construcción está orientada a lograr que esta sensibilidad sea máxima [7].

Lo que define las propiedades de sensibilidad al espectro de un fotodiodo es el material semiconductor que se emplea en la construcción. Los fotodiodos están contruidos de silicio, sensible a la luz visible (longitud de onda de hasta $1,1 \mu\text{m}$), de germanio para luz infrarroja (longitud de onda hasta aproximadamente $1,8 \mu\text{m}$), y los hay de otros materiales semiconductores.

Los fotodiodos pueden emplearse para comunicaciones óptica, fotómetros, control de iluminación y brillo, control remoto por infrarrojos. Combinados con una fuente de luz, se emplean en codificadores de posición, como detectores de proximidad (alarmas contra intrusos, puertas y grifos automáticos) y de presencia (contadores de piezas y automatismos en general). Para sensores de presencia, se basan en la interrupción de un haz de luz por parte del objeto [8].

Los fotodiodos también se pueden emplear como sensores de color. En este caso, la luz incidente se hace pasar a través de un filtro rojo, azul o verde antes de llegar al fotodiodo. Esta configuración se emplea en la inspección y control de calidad.

En cuanto a los fototransistores, se basan en una combinación integrada de fotodiodo y transistor *nnp* donde la base recibe la radiación óptica. Son interesantes para aplicaciones de conmutación.

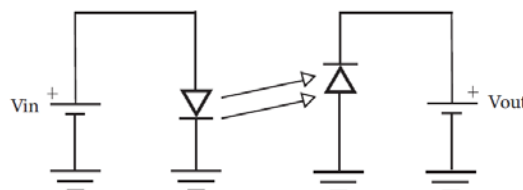


Figura 2.15 - Esquema de sensor fotodetector formado por diodo LED y fotodiodo

2.5.4. Sensores de ultrasonidos

Los ultrasonidos son una radiación mecánica de frecuencia superior a las audibles (unos 20 KHz). Toda radiación, al incidir sobre un objeto, en parte se refleja, en parte se transmite y en parte es absorbida. Si, además, hay un movimiento relativo entre la fuente de radiación y el reflector, se produce un cambio en la frecuencia de radiación (efector Doppler). Todas estas propiedades de la interacción de una radiación con un objeto han sido aplicadas en mayor o menor grado a la medida de diversas magnitudes físicas [9].

Las aplicaciones de los ultrasonidos a la medida de magnitudes físicas están normalmente relacionadas con su velocidad, su tiempo de propagación y, en algunos casos, con la atenuación o interrupción del haz propagado. Una de las aplicaciones más extendidas son los caudalímetros ultrasónicos, en particular los basados en el efecto Doppler. El número de aplicaciones está en continua aumento. La mayoría emplean cerámicas piezoeléctricas o polímeros como generadores y receptores.

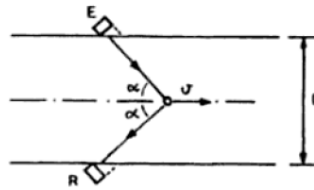


Figura 2.16 - Fundamento de los caudalímetros ultrasónicos basados en efecto Doppler [8]

2.6. Alimentación

En lo relativo a la alimentación de un producto electrónico, hay que distinguir entre la alimentación mediante baterías o la red eléctrica.

- **Baterías**

Una batería es un dispositivo que convierte la energía química contenida en los materiales activos en energía eléctrica por medio de reacciones electroquímicas de oxidación y reducción.

La unidad básica de este sistema se denomina celda o elemento, reservándose el nombre de batería a la unión de dos o más celdas conectadas en serie, paralelo o ambas formas para conseguir la capacidad y tensión deseadas.

Según su capacidad para ser eléctricamente recargadas se clasifican en:

- **Baterías primarias, no recargables o irreversibles**

Son las que no son susceptibles de recibir carga eléctrica y, por tanto, se descargan de una sola vez. Sus características más importantes son: baja autodescarga, alta densidad de energía, fácil utilización y sin mantenimiento, bajo precio en comparación con sistemas recargables equivalentes.

- **Baterías secundarias, recargables, reversibles o acumuladores**

Pueden ser recargadas eléctricamente después de su descarga hasta alcanzar su condición inicial, para lo cual se conectan a un sistema de carga que genera una corriente en dirección opuesta a la de descarga. Sus características generales son: buena aptitud para descarga de alta intensidad, alta densidad de potencia, buen comportamiento a bajas temperaturas.

- **Red eléctrica**

Se denomina red eléctrica al conjunto de medios formado por generadores eléctricos, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución utilizados para llevar la energía eléctrica a los elementos de consumo de los usuarios. Con este fin se usan diferentes tensiones para limitar la caída de tensión en las líneas. Usualmente las más altas tensiones se usan en distancias más largas y mayores potencias. Para utilizar la energía eléctrica las tensiones se reducen a medida que se acerca a las instalaciones del usuario. Para ello se usan los transformadores eléctricos. La energía eléctrica se genera en las Centrales Eléctricas.

En las instalaciones del usuario, la tensión eléctrica llega con una amplitud de 240 V en AC. Para poder hacer uso de esta tensión, es necesario convertir esa tensión a DC y reducir su amplitud, lo que se consigue mediante fuentes de alimentación.

Entre los distintos tipos de fuentes de alimentación se encuentran la fuente de alimentación lineal y la fuente de alimentación conmutada, cuyas principales características se muestran en la tabla 2.2.

FUENTE DE ALIMENTACIÓN LINEAL	FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA
Diseño sencillo y económicas	Diseño complejo y de alto coste
Bajo rendimiento (30 y 60%)	Mayor eficiencia energética (70 y 90%)
Elevado calentamiento	Menor calentamiento
Elevado volumen y peso	Pequeño tamaño, peso y coste
No acoplan ruido en alta frecuencia	Se ven afectadas por interferencias electromagnéticas (EMI)
Se obtiene una mayor regulación y velocidad	

Tabla 2.2 - Comparativa de tipos de fuentes de alimentación

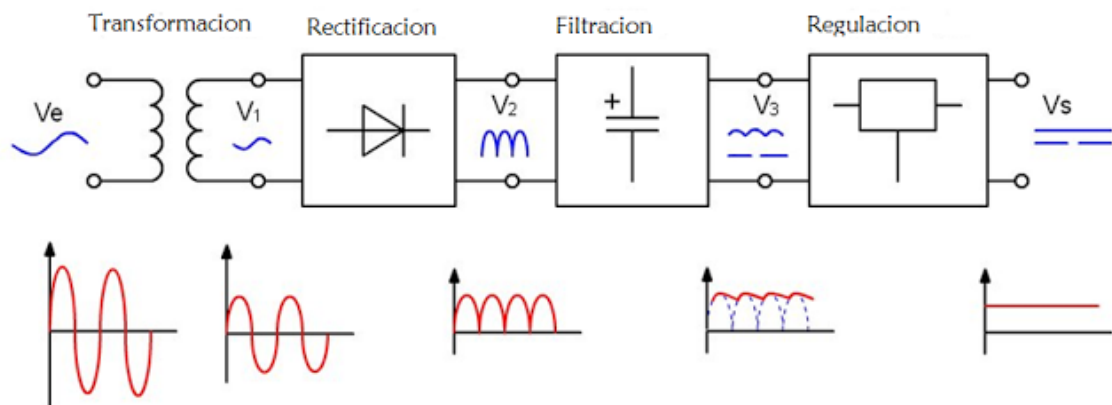


Figura 2.17 – Diagrama de bloques de una fuente de alimentación lineal

2.7. Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos [10].

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores.

Arduino recibió una Mención Honorífica en la sección *Digital Communities* de la edición del 2006 del Ars Electrónica Prix. El equipo Arduino es: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, and David Mellis.



Figura 2.18 - Placa Arduino UNO Rev 3 [10]

3. Generación de conceptos

A continuación, se describen los distintos conceptos presentados por cada equipo de trabajo.

3.1. Equipo 3

Los siguientes conceptos se han desarrollado conjuntamente con el equipo 3.

3.1.1. Riego inteligente

Producto electrónico que permite al jardinero decidir que zona del césped se riega según las necesidades del terreno. Consta de diversas picas con sensores distribuidas a lo largo del jardín y un panel de control visual.

Los componentes principales del producto son:

- Sensor de temperatura: Registra la temperatura del terreno y la temperatura ambiental.
- Sensor de luminosidad: Registra la luminosidad del terreno, para distinguir que zonas se encuentran directamente bajo la luz solar, de las que se encuentran en una zona de sombra.
- Sensor de humedad: Registra la humedad el terreno para conocer la cantidad de agua necesaria para un riego inteligente.
- Arduino: Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de temperatura, el sensor de humedad y el sensor de luminosidad, y actúa sobre distintos diodos leds colocados en un panel de control.
- Indicadores de nivel: Muestra el consumo inmediato en la descarga realizada y el consumo acumulado en un periodo determinado de tiempo (por ejemplo, un mes o una semana).
- Red eléctrica: Alimenta el arduino, el panel de control y las picas de con los sensores, cuando estas lo requieren.
- Placa fotovoltaica: Proporciona parte de la alimentación de las picas con los sensores
- Conexiones entre todos los elementos.

Cada receptor en forma de pica envía información diferenciada sobre la necesidad de riego de cada zona del jardín al panel de control. El panel de control ilumina un led verde o rojo por cada zona de riego, dependiendo de las necesidades de agua de cada zona, de forma que el jardinero sabe que zonas necesitan ser regadas y cuales no.

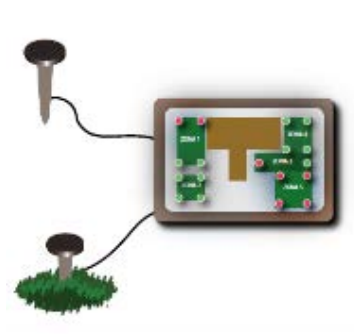


Figura 3.1 - Riego inteligente [11]

3.1.2. Inodoro con descarga ideal

Inodoro que expulsa la cantidad de agua necesaria según el uso que se hace de este.

Los componentes principales del producto son:

- **Fluxómetro:** Mecanismo de descarga para inodoros que utiliza una red de agua con una presión superior a la normal, que produce una descarga abundante y de corta duración al ser accionado por el usuario.
- **Sensor de presencia:** Registra la presencia o no del usuario, de manera que cuando el usuario se aleja, indicando la posibilidad de iniciar la descarga de agua.
- **Sensor de ultrasonidos:** Detecta cuerpos sólidos en el agua.
- **Arduino:** Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de presencia y el sensor de ultrasonidos, y actúa sobre el fluxómetro.
- **Indicadores de nivel:** Muestra el consumo inmediato en la descarga realizada y el consumo acumulado en un periodo determinado de tiempo (por ejemplo, un mes o una semana).
- **Red eléctrica:** Se emplea como fuente de alimentación.
- **Conexiones entre todos los elementos.**

Mediante el sensor de presencia se detecta la llegada del usuario, lo que pone en marcha el resto del sistema. Mediante el sensor de ultrasonidos se comprueba la existencia de cuerpos sólidos en el agua y el aumento de volumen de agua en el inodoro, de forma que cuando el usuario se aleja, se produce una descarga acorde al uso que el usuario ha realizado del inodoro.



Figura 3.2 - Inodoro con descarga ideal [11]

3.1.3. Grifo regulador

Grifo electrónico con la capacidad de regular el caudal de agua según las necesidades del usuario. También tiene regulado el tiempo, pero a diferencia del caudal, este no puede ser cambiado por el usuario.

Los componentes principales del producto son:

- **Electroválvula:** Necesaria para abrir el flujo de agua de la red al grifo y proporcionar el caudal seleccionado por el usuario.
- **Botones:** Cada botón se encuentra asociado con un caudal de agua diferente.
- **Arduino:** Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene una serie de botones, y actúa sobre la electroválvula.

- Batería: Alimenta el arduino y los indicadores de nivel.
- Conexiones entre todos los elementos.

El usuario pulsa el botón del grifo con el caudal de agua que necesita, pudiendo elegir entre tres niveles distintos. Una vez pulsado el botón, el arduino manda una señal a la electroválvula con información del tiempo y del grado de apertura necesarios para realizar el uso seleccionado por el usuario.



Figura 3.3 - Grifo regulador [11]

3.2. Equipo 8

Los siguientes conceptos se han desarrollado conjuntamente con el equipo 8.

3.2.1. Inodoro limpio

Inodoro en el que es posible controlar la descarga de agua. Está ideado para todo tipo de entornos públicos y usuarios.

Los componentes principales del producto son:

- Sensor de presencia: Registra la presencia de la mano del usuario, de manera que no necesita tocar nada, y el consumo de agua es directamente responsabilidad suya.
- Arduino: Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de presencia, y actúa sobre la electroválvula.
- Indicadores de nivel: Muestra el consumo inmediato en la descarga realizada y el consumo acumulado en un periodo determinado de tiempo (por ejemplo, un mes o una semana).
- Batería: Alimenta el arduino y los indicadores de nivel.
- Electroválvula: Necesaria para abrir y cerrar el flujo de agua desde la cisterna hasta la taza.
- Conexiones entre todos los elementos.

El inodoro se utiliza de manera habitual, hasta la acción de vaciar el tanque. En vez de tener un pulsador, o un doble pulsador como es habitual, el usuario sólo tiene que ubicar la mano encima del sensor, el tiempo que él estime conveniente, de acuerdo al uso que le haya dado. Cuando se aparta la mano porque se considera que está limpio, se corta el flujo de agua y comienza a llenarse el tanque otra vez de manera habitual.



Figura 3.4 - Inodoro limpio[12]

3.2.2. Grifo electrónico

Grifo que avisa cuando no estas haciendo uso de él, evitando que esté abierto innecesariamente e incluso situaciones en las que se deja abierto por descuido. Esta ideado para todo tipo de entornos públicos y usuarios.

Los componentes principales del producto son:

- Sensor de presencia: Registra la presencia de las manos del usuario.
- Indicador luminoso: Muestra una luz verde o roja, dependiendo del buen o mal uso.
- Batería: Alimenta el arduino y los indicadores luminosos y de sonido.
- Arduino: Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de presencia, y actúa sobre los led y el zumbador.
- Conexiones entre todos los elementos.

El grifo no emite ninguna señal si no esta en uso, o si no ha detectado actividad reciente. Cuando el usuario esta utilizando el grifo, este detecta la presencia y se enciende una luz verde que indica que todo esta correcto. Si el usuario se demora mucho en su actividad, la luz comienza a ponerse roja, indicándole que está gastando demasiado. Por otro lado, si el usuario deja de tener las manos bajo el grifo, la luz se pone instantáneamente roja, y al rato emite un pitido, que alerta de que el grifo debe ser cerrado. Una situación muy típica es, por ejemplo, dejar el grifo abierto mientras se lava los dientes.

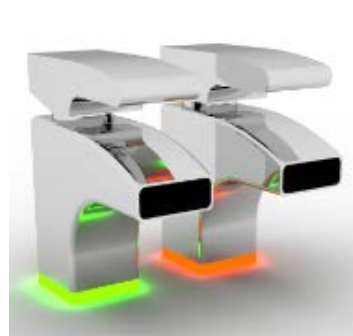


Figura 3.5 - Grifo electrónico [12]

3.2.3. Monstruo del agua

“Monstruo del agua” planteado para entornos educativos y usuarios de pequeña edad. Este personaje les indica cuando hacen un mal uso del agua.

Los componentes principales del producto son:

- Sensor de humedad: Registra la presencia de agua.
- Indicador luminoso: Muestra una cara triste o contenta, dependiendo del buen o mal uso.
- Batería: Alimenta el arduino y los indicadores luminosos.
- Arduino: Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de humedad, y actúa sobre los led.
- Sistema de anclaje: Evita su sustracción o su posible robo.
- Conexiones entre todos los elementos.

El producto se instala en el desagüe de un lavabo, y está en reposo hasta que detecta un flujo de agua. En ese momento empieza a contar el tiempo o la cantidad de agua que circula por el desagüe y se ve una expresión contenta en el rostro del muñeco. Conforme se va gastando demasiada agua, el monstruo va tornando su expresión a una de tristeza. Esto es porque es una expresión fácilmente identificable por un niño de que se está haciendo algo mal, y debe cerrar el grifo.



Figura 3.6 - Monstruo del agua [12]

3.3. Concepto seleccionado

Para la selección del concepto a desarrollar, se realiza una presentación con cada equipo de diseñadores, en la que se defiende el valor de cada concepto expuesto. El jurado de las exposiciones y los encargados de escoger el concepto a desarrollar valorando el grado de innovación y creatividad y su potencial de viabilidad y aplicación, de entre todos los conceptos presentados de un mismo escenario, reace sobre los profesores de las distintas asignaturas que participan en el proyecto,.

El concepto seleccionado para ser desarrollado hasta el nivel de prototipo se corresponde con el concepto **Monstruo del agua (3.2.3)**, desarrollado conjuntamente con el equipo 8 de diseñadores.

En reuniones posteriores con los directores de proyecto, los cuales coinciden con los profesores de las distintas asignaturas, se especifican una serie de restricciones que debe cumplir el producto, entre las que destaca la comunicación entre el producto a desarrollar y un elemento externo; además de aportar distintas vías de desarrollo para abordar el proyecto.

En colaboración con el equipo de diseñadores, se desarrolla el producto principal en versión de prototipo y el elemento externo de forma conceptual, quedando pendiente el desarrollo del elemento externo para el equipo electrónico, así como el desarrollo final del producto principal.

4. Especificaciones de Diseño

Como arranque en el desarrollo del producto, redacto unas especificaciones de diseño realizadas por los integrantes del equipo de diseñadores. [12]

4.1. Ámbito

El proyecto consiste en el diseño y desarrollo de un accesorio para el desagüe de servicios infantiles en edificios públicos siendo todo ello electrónico.

El producto ayuda a concienciar a los usuarios contra malgasto de agua, para que sean conscientes de este mal uso y ahorren agua durante su transcurso en los colegios, pudiendo aplicar este aprendizaje en el hogar.

El producto radica en una la instalación de un desagüe que avisa al niño cuando esta utilizando más agua de la debida con un mensaje claro y conciso.

4.2. Normativa

Las normas que el producto debe cumplir son las siguientes:

- **UNE-EN 274-1:2002:** Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 1: Requisitos.
- **UNE-EN 274-2:2002:** Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 2: Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 274-3:2002:** Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 3: Control de calidad.
- **2011/65/UE:** Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónico (RoHS)
- **D.C. 2004/108/CEE:** Compatibilidad Electromagnética (EMC)
- **2009/48/CEE:** Juguetes
- **1999/5/CE:** Equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación (RTTE)

4.3. Información General

En este punto se exponen información necesaria para el desarrollo del producto

4.3.1. Necesidades del cliente y expectativas razonables

El producto deberá cumplir su función principal, concienciar al niño para el ahorro de agua en el edificio público.

Para ello, se debe crear un producto que consiga llamar la atención del niño y que este cumpla lo requerido. Se deberá trabajar sobre todo en la forma del producto y como interactúa con el usuario electrónicamente.

4.3.2. Descripción de usuarios

Los usuarios principales son niños en colegios. Para poder captar la atención de estos se deberá hacer un objeto llamativo y divertido que les invite a hacer caso a las indicaciones del producto y aprendan que el agua es un bien que debe consumirse con moderación, y si no hacen el buen uso del agua sus acciones tienen unas consecuencias.

4.4. Requisitos

A continuación se redactan los requisitos que debe cumplir el producto

4.4.1. Críticos

En este punto se describen los requisitos críticos del producto.

4.4.1.1. Funciones

Como ya se ha nombrado el producto deberá concienciar al niño del uso del agua en el colegio. Además deberá aprender que sus malos actos tienen una consecuencia directa.

La utilización de piezas para la instalación será totalmente normalizada de acuerdo con los lavabos actuales.

4.4.1.2. Usuarios

En cuanto al usuario beneficiario principal, los niños, el producto debe adaptarse a sus características físicas y cognitivas. Además debe ser atractivo visualmente e identificable por dicho usuario. El producto además debe captar su atención siendo llamativo y atractivo visualmente.

El rango de exigencia que implique el producto se debe adaptar al usuario.

4.4.1.3. Ergonomía

El juguete debe estar ergonómicamente adaptado al usuario tanto antropométricamente como biomecánicamente. Deberá tenerse en cuenta la posición del niño a la hora de utilizar el lavabo con el fin de colocar el producto a la altura adecuada, es decir, en su punto de mira o campo de visión.

4.4.1.4. Estructura morfológica

El producto debe estar constituido por el menor número de piezas posible. La totalidad de las piezas que formen el juguete deben tener la forma y el tamaño necesario para que no pueda ocasionar daños al niño. Además constará de un alto grado de estancamiento ya que el producto constará de electrónica en el interior del producto, en ningún momento el contacto del producto con el agua producirá riesgo para el niño. Asimismo deberá adecuarse a los aspectos ergonómicos y al entorno al que va destinado.

La instalación del producto será solo apta para personal responsable, ya que por motivos de seguridad en un establecimiento público el producto estará estanco en el entorno de uso para evitar posibles robos o mal uso.

4.4.1.5. Interfaz

La interfaz que tenga el producto debe ser comprensible por los usuarios beneficiarios, adaptándose por tanto a sus características. Asimismo deberá ayudar a entender el correcto uso del producto.

4.4.1.6. Factores estéticos

Estéticamente, el dispositivo estará acorde con el entorno y el usuario hacia el que va dirigido, en cuanto a colores y acabados. Se tendrá en cuenta además las tendencias actuales y las líneas estéticas adecuadas.

4.4.1.7. Materiales

Los componentes que van a estar en contacto con el niño deben estar fabricados de materiales los cuales no le supongan ningún perjuicio, además de ser estancos para que el agua no entre a los componentes electrónicos. Además el producto debe poder desinstalarse y limpiarse siempre y cuando sea necesario.

El material o producto no se deteriorará con facilidad con el agua, por el uso al que va dirigido.

4.4.1.8. Fabricación

El producto se podrá fabricar en serie, además se elegirá el proceso de fabricación que al menor coste, sea el proceso más fiable.

4.4.1.9. Medio Ambiente

Todos los aspectos relacionados con el producto deberán ser lo más respetuosos posible con el medio ambiente, durante la selección de materiales y el proceso de fabricación.

4.4.2. Deseables

En este punto se describen los requisitos deseables del producto.

4.4.2.1. Funciones

Se intentará que el producto tenga la mayor expresividad posible ala hora de enviar el mensaje, y el niño lo comprenda mejor derivando en una mejor actuación por parte de este.

4.4.2.2. Estructura morfológica

Se intentará realizar la máxima adaptación del producto al desagüe de los lavabos actuales, cubriendo toda línea de diámetros, en caso de que no este normalizado.

4.4.2.3. Materiales

En el caso de que sea posible el producto estará fabricado con el mínimo número de materiales que sea posible.

4.5. Descripción del Producto Desarrollado

A continuación se realiza una breve descripción de los productos desarrollados en este proyecto [12].

4.5.1. Booby Boo

El producto Booby Boo tiene como función principal concienciar sobre el uso del agua a niños de colegios infantiles y de primaria (4 – 12 años aproximadamente), puesto que el producto se instala en los desagües de las pilas de los baños de los colegios.

Se han creado tres personajes infantiles con el fin de que estos empaticen con el usuario y de este modo hacer el producto más eficiente y lúdico.

Cuando el producto detecta que se ha abierto el grifo, el muñeco mostrará una sonrisa a través de unos LED. Si ha pasado un tiempo preestablecido y el grifo sigue abierto el muñeco pasa a tener una cara que muestra disconformidad indicándole de este modo al usuario que debe cerrar el grifo.



Figura 4.1 - Producto Principal [12]

4.5.2. Screen Boo

El producto Screen Boo tiene como función principal mostrar el estado de la pila y el consumo diario, así como mostrar el consumo total. Su uso está destinado al encargado de mantenimiento y/o los profesores del centro educativo.

El producto se encuentra instalado en las paredes del baño donde se encuentra instalado los dispositivos.

En la pantalla hay dos botones cuyo funcionamiento es el siguiente:

- Nivel de la pila: muestra el nivel de la pila Booby Boo.
- Consumo de agua: muestra el consumo diario y mensual detectado por Booby Boo.

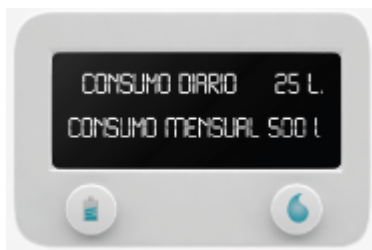


Figura 4.2 - Producto Secundario [12]

5. Diseño Estructural

En la figura 5.1 y la tabla 5.1, se muestra el parte del trabajo del equipo de diseñadores mediante un despiece de la estructura final de Booby Boo, con una breve descripción de cada parte. En el **Anexo C – Ahorro de agua en edificios públicos, Dossier Fase 3 Reducido** se encuentra más información relativa a la estructura del producto y su acabado final.

Esta acabado tiene una fuerte repercusión a la hora de realizar el diseño de la placa de circuito impreso, puesto que, como se muestra en apartados posteriores, limita sus dimensiones y fija la posición de algunos componentes electrónicos en la misma.

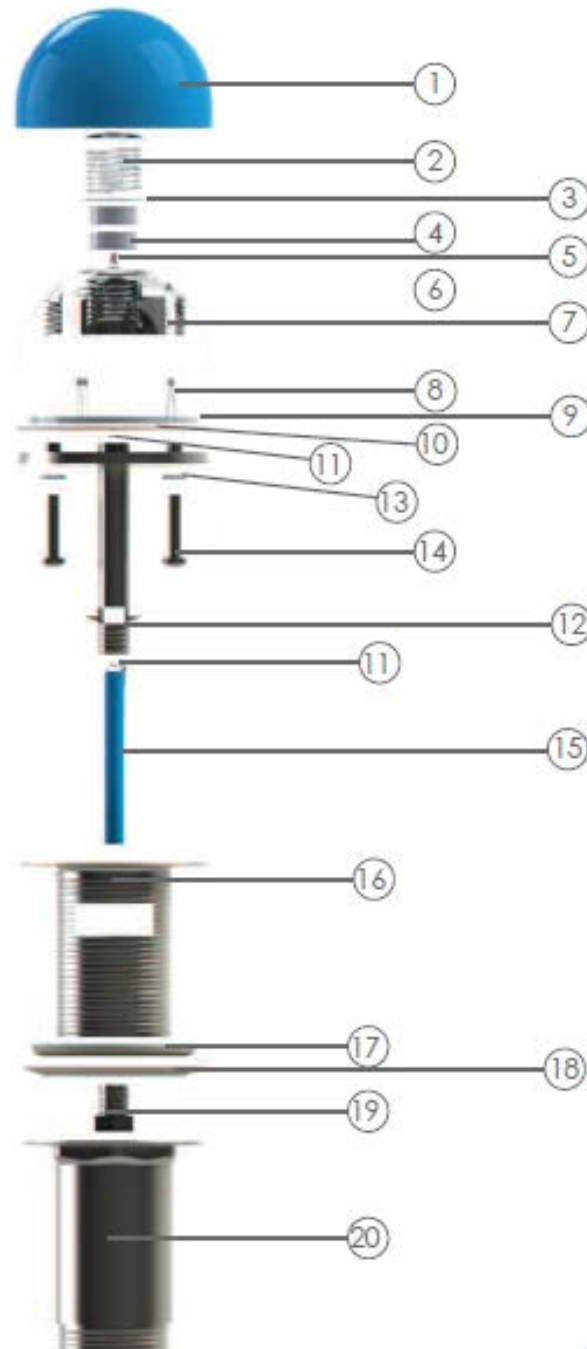


Figura 5.1 - Análisis Estructural [12]

MARCA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN PRINCIPAL	ANCLAJE	MATERIAL
1	Funda	Protección Interacción usuario	Encaje	Silicona
2	Tapón superior	Cerrar alojamiento pilas	Asentamiento Rosca	Polipropileno
3	Junta A	Protección	Aislamiento	Silicona
4	Pilas	Alimentación	Asentamiento	Comercial
5	Muelle	Facilita extracción pilar	Soldado	Comercial
6	Contacto pilas	Alimentación	Adhesivo	
7	Carcasa superior	Forma producto Alojamiento dispositivos	Asentamiento Tornillería	Polipropileno
8	LED	Iluminación	Soldados	Comercial
9	Placa base	Instalación dispositivos electrónicos	Asentamiento Tornillería	
10	Arandela elástica	Protección	Aislamiento	DIN 125 M4
11	Imán	Activación circuito	Adhesivo	
12	Carcasa inferior	Unión y soporte piezas	Rosca	Acero inoxidable
13	Junta C	Protección	Asentamiento	Silicona
14	ISO 7045 M4x20	Anclaje	Tornillería	Comercial
15	Boya	Activación circuito	Encaje	Poliestireno
16	Embellecedor	Unión desagüe	Rosca	Acero inoxidable
17	Goma 1	Protección	Encaje	Silicona
18	Goma 2	Protección	Encaje	Silicona
19	Tapón inferior	Anclaje antirrobo	Rosca	Acero inoxidable
20	Conector tubería	Unión desagüe	Rosca	Acero inoxidable

Tabla 5.1 - Análisis Estructural [12]

6. Diseño Electrónico

A continuación, se encuentra redactado el diseño electrónico de los productos a desarrollar, donde se incluyen sus diagramas de bloques generales y los distintos componentes escogidos para la realización del diseño del producto final.

6.1. Diagrama de bloques general

Las figuras 6.1 y 6.2 muestran los diagramas de bloques generales empleados para el desarrollo de ambos productos.

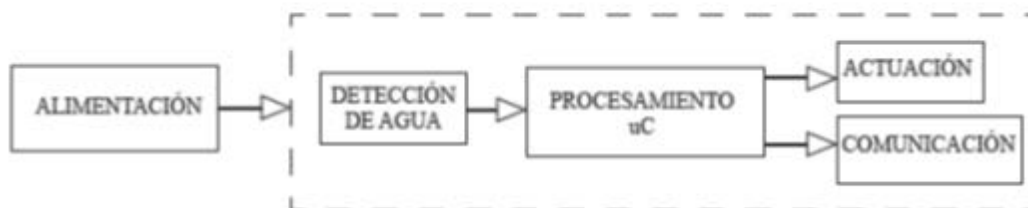


Figura 6.1 - Diagrama de bloques general de Booby Boo

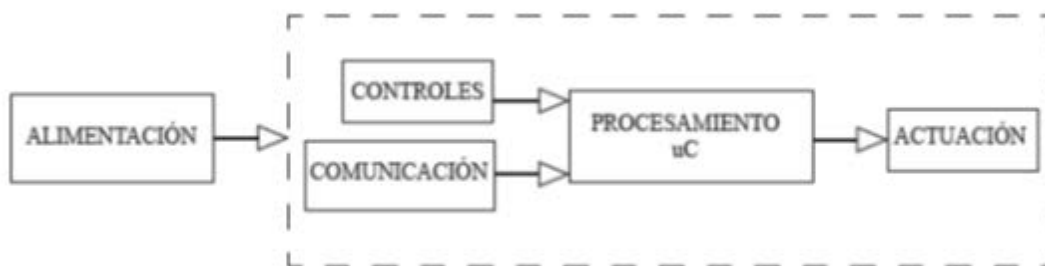


Figura 6.2 - Diagrama de bloques general de Screen Boo

6.2. Búsqueda de información y elección de componentes

A continuación se ha redactado la elección de los componentes electrónicos de los productos.

6.2.1. Sensores

En la tabla 6.1, se muestran algunas de las posibles soluciones para detectar agua que pueden emplearse en el lavabo donde se encuentra colocado Booby Boo. Es importante detectar el inicio y el final de la actividad para realizar una medida adecuada de la duración de la misma.

SENSOR	MEDIDA	PROS	CONTRAS	CONSUMO
Piezoelectrico	Vibración Sonido	Se puede colocar sujeto a la carcasa del producto Bajo consumo	Puede ser sensible a EMI Para sonido, requiere realizar la medición en la toma de agua	El consumo vendrá determinado por la etapa de tratamiento de la señal.
Turbina	Caudal	Se puede saber el consumo aproximado del agua	Requiere de un buen diseño para que el agua fluya a través de él o realizar la medición en la toma de agua	5 VDC, 15mA => 75mW
Infrarrojo	Reflexión de haz Infrarrojo	Se puede saber si el grifo esta muy abierto o no	El agua debe caer en un punto más o menos exacto del producto para ser detectada.	Receptor = 5V, 40mA => 200mW Emisor= 1,2V, 20mA => 42mW
FSR	Fuerza	Se puede pegar al producto	Se mide la fuerza del agua en un solo punto	Depende de la Fuerza
Temperatura	Temperatura	Se conoce si el agua es caliente o fría, lo que aporta más variables al consumo	Tiene que entrar en contacto con el agua, ya sea través de canalización o al aire, lo que implica realizar un encapsulado especial	5V, 10mA => 50 mW
Humedad	Humedad	Se detecta el agua a través de la humedad en la pila	Suelen requerir AC Caros	200mW
Contacto	Contacto de agua	Muy económico Se puede detectar agua en movimiento si se colocan bien	Habría que emplear más de uno Tendrá que estar en contacto con el desagüe	El consumo vendrá determinado por la etapa de tratamiento de la señal
Micrófono	Sonido	Se puede saber con gran exactitud si el grifo está abierto	El sonido del agua al golpear el producto puede no ser suficiente	4V, 4mA => 16mW
Ultrasonidos	Caudal	Se conoce con gran exactitud el caudal de agua	Requiere realizar la medición en la toma de agua Caro	250mW

Tabla 6.1 - Sensores

- Componente seleccionado

Para elegir el método de medición a emplear, se han seguido los siguientes puntos:

- Evitar la activación del producto mediante acciones externas no deseadas, como pueden ser ruido, en caso de intentar detectar el sonido del contacto del agua con la carcasa del producto; golpeo de la carcasa del producto por parte de los usuarios, si se intenta detectar el golpeo del agua con el producto.
- El producto debe ser de fácil instalación y un único modulo, de forma que el empleo de una turbina en la toma de agua del grifo queda descartada, así como los ultrasonidos.
- La medida debe realizarse de forma sencilla, con lo que la opción de usar detección por reflexión de luz infrarroja queda descartada por su complejidad, tanto para implementarla como para conseguir buenos resultados
- Impedir el contacto de corriente con el agua por motivos de seguridad, lo que implica que no se usará la detección por contactos con el agua.
- El sensor debe ser económico, descartando el empleo de sensores de humedad.

Aplicando los factores anteriores, se ha seleccionado la opción del sensor de temperatura, y más concretamente, se emplea resistencias NTC protegidas con tubo termoreductor, puesto que es él que mejor se adapta a las necesidades del producto, resultando teóricamente más sencilla su adaptación que el resto de opciones. Con este sensor se pretende detectar el inicio y finalización del uso del lavabo, detectando cambios en la medida de temperatura producidos por el paso de agua a través del sensor.

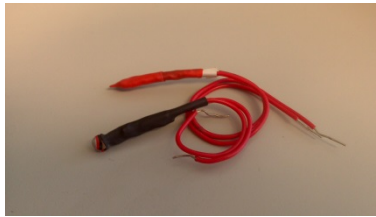


Figura 6.3 - Resistencia NTC protegidas con tubo termoreductor

Sin embargo, a la hora de implementar esta solución, se ha detectado que no resulta muy fiable para la aplicación para la que es requerido. Se tienen bastantes problemas en el momento de programar el MCU para su correcto funcionamiento y se detecta una respuesta lenta, tanto para detectar el inicio de la actividad, como su final.

Por las dificultades descritas anteriormente, se decide prescindir del sensor de temperatura y emplear el método descrito en el siguiente apartado para despertar al microcontrolador, consistente en un interruptor reed y un imán, para indicar también cuando deja de fluir agua.



Figura 6.4 - Relé Reed

6.2.2. Microcontrolador (MCU)

El microcontrolador (MCU), es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S. A diferencia de los microprocesadores, que son sistemas de control que tienen una gran potencia de cálculo y que trabajan a grandes velocidades de procesamiento; es que los microcontroladores tienen integrados la unidad de memoria mientras que los microprocesadores tienen la memoria externa y sólo se ocupan del procesamiento de los datos y no de su almacenamiento.

Los MCU son baratos, rápidos, y fáciles de usar y programar bajo lenguaje C o lenguaje ensamblador. Hoy en día son dispositivos muy utilizados y que vienen a sustituir a muchos dispositivos como ASIC y FPGA en muchas aplicaciones, ya que su nivel de programación es más alto que estos dispositivos. El control es muy fiable y con muchas prestaciones

Existe una gran diversidad de microcontroladores. Quizá la clasificación más importante sea entre microcontroladores de 4, 8, 16 o 32 bits. Aunque las prestaciones de los microcontroladores de 16 y 32 bits son superiores a los de 4 y 8 bits, la realidad es que los microcontroladores de 8 bits dominan el mercado y los de 4 bits se resisten a desaparecer. La razón de esta tendencia es que los microcontroladores de 4 y 8 bits son apropiados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace absurdo emplear micros más potentes y consecuentemente más caros.

Por lo general los fabricantes de microprocesadores lo son de microcontroladores. Los fabricantes de microcontroladores son más de 50, entre los que se encuentran Atmel, Motorola, Intel, Microchip, NEC, Hitachi, Mitsubishi, Philips, Matsushita, Toshiba, AT&T, Zilog, Siemens, National Semiconductor, Texas Instruments.

Este proyecto tiene su base en la placa Arduino UNO Rev3, plataforma de prototipado *Open Source* que se emplea para el desarrollo electrónico de la asignatura Laboratorio de Diseño Electrónico impartida en el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, debido a la gran facilidad que este sistema aporta para el desarrollo de pequeños proyectos electrónicos, puesto que nos proporciona todas las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto. Partiendo de esta base, el MCU elegido es el ATmega328P del fabricante electrónico Atmel, y que se encuentra implementado en la placa de Arduino.

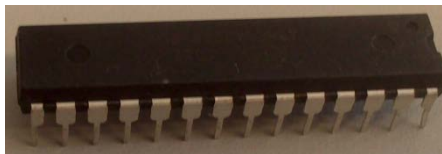


Figura 6.5 - ATmega328p

En la tabla 6.2, se muestra una comparativa entre distintas placas de desarrollo Open Source, las cuales incluyen distintos MCU.

FABRICANTE	Arduino	Netduino	Texas Instruments	Fundación Raspberry PI
MODELO	UNO	Netduino 2	Stellaris <i>launchpad</i> LM4F120	Raspberry PI Mod.B
MCU	AVR ATmega 328p 8 bits	ARM STMicro STM32F2 Cortex-M3 32 bits	ARM LM4F120H5QR Cortex-M4 32 bits	ARM Broadcom DCM2835
FRECUENCIA	16 MHz	120 MHz	80 MHz	700 MHz
MEMORIA RAM	2 KiB	60 KiB	32 KiB	512 MiB
MEMORIA EEPROM	1 KiB	0	-	-
MEMORIA FLASH	32 KiB	192 KiB	256 KiB	-
PINES DIGITALES: ENTRADAS/SALIDAS TENSIÓN/CORRIENTE	14 / 14	20 / 20	43 / 43	8 / 8
	5V / 40mA	3.3V~5V / 25mA (125mA entre todos)	5V	-
PINES ANALÓGICOS ENTRADAS/SALIDAS TENSIÓN/RESOLUCIÓN	6 / 0	6 / 0	-	-
	5V / 10 bits (1024 valores)	5V / 12 bits (4096 valores)	-	-
PINES CON INTERRUPCIÓN EXTERNA	2	-	-	-
PINES PWM	6	6	-	-
CONEXIONES SERIAL/UART I2C/TWI ISP/ISPC	1	4	8	Si
	1	1	4	Si
	1	1	-	Si
CONEXIÓN USB BLUETOOTH WIFI ETHERNET	Si, USB-B	Si, MicroUSB	Si, MicroUSB	-
	No	No	No	-
	No	No	No	-
	No	No	No	Si
ALMACENAMIENTO POR SD	No	No	No	Si

Tabla 6.2 - Comparativa placas de desarrollo *Open Source* [13]

Entre la diversidad de funciones que nos aporta el MCU, cabe destacar la opción de reducir su consumo a través de los distintos *sleep modes*, los cuales nos permiten apagar los módulos del MCU que no se emplean, obteniendo de esta forma el ahorro de energía perseguido para la aplicación a desarrollar.

En la Tabla 6.3, obtenida de la página 328 del *datasheet* del MCU [14], se muestran los distintos modos de funcionamiento del microcontrolador y el consumo que tiene cada uno de ellos.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN.	TYP ⁽²⁾	MAX.	UNITS
I _{CC}	Power Supply Current ⁽¹⁾	Active 1MHz, VCC = 2V		0.3	0.5	mA
		Active 4MHz, VCC = 3V		1.7	2.5	
		Active 8MHz, VCC = 5V		5.2	9.0	
		Idle 1MHz, VCC = 2V		0.04	0.15	
		Idle 4MHz, VCC = 3V		0.3	0.7	
		Idle 8MHz, VCC = 5V		1.2	2.7	
	Power-save mode ⁽³⁾⁽⁴⁾	32kHz TOSC enabled, VCC = 1.8V		0.8	1.6	μA
		32kHz TOSC enabled, VCC = 3V		0.9	2.6	
	Power-down mode ⁽³⁾	WDT enabled, VCC = 3V		4.2	8.0	
WDT disabled, VCC = 3V			0.1	2.0		

Notes: 1. Values with “Minimizing Power Consumption” enabled (0xFF)
2. Typical values at 25°C. Maximum values are test limits in production
3. The current consumption values include input leakage current
4. Maximum values are characterized values and not test limits in production

Tabla 6.3 - ATmega328P DC Characteristics – Current Consumption [14]

Con los datos expuestos en la tabla anterior, se decide emplear los modos *Active*, para cuando el producto este en funcionamiento, y el modo *Power-down mode*, para los momentos en los que el producto no esta en funcionamiento, con motivo de reducir el consumo durante los periodos de inactividad.

Con el fin de emplear el modo del MCU *Power-down mode*, es necesario desarrollar un sistema que permita al MCU salir de este estado y entrar en modo *Active*. Para realizar esta función, se diseña un sistema consistente en una boya con un imán en uno de sus extremos y un interruptor reed, de manera que cuando el imán se aproxima al interruptor reed, activa una interrupción programada en el MCU, que lo saca del *Power-down mode*.



Figura 6.6 - Boya e imán [12]

6.2.3. Indicadores visuales

Las posibles soluciones planteadas para el indicador visual tienen que ver con la funcionalidad que se intenta implementar en el producto a desarrollar. Mientras que para el producto principal, se busca la concienciación de los niños mediante la simulación de distintas expresiones, en el producto secundario se busca indicar el nivel de las baterías y visualizar datos del consumo de agua.

- **Diodo LED**

Un LED (*Light-Emitting Diode*) es un tipo de diodo que emite luz incoherente de espectro reducido, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando es atravesado por una corriente eléctrica y está polarizado de forma directa. El color, depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo.

Los LED presentan muchas ventajas, principalmente por el bajo consumo de energía, mayor tiempo de vida, tamaño reducido, durabilidad, resistencia a las vibraciones, reducen la emisión de calor, no les afecta el encendido intermitente y esto no reduce su vida promedio, y en la mayoría de los colores (a excepción de los LED azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración.

- **LCD**

Una pantalla de cristal líquido o LCD, es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

- **Display de 7 segmentos**

El visualizador o *display* de siete segmentos es una forma de representar números en equipos electrónicos. Está compuesto de siete segmentos que se pueden encender o apagar individualmente. Cada segmento tiene la forma de una pequeña línea. Se podría comparar a escribir números con cerillas o fósforos de madera.

Es un componente que se utiliza para la representación de números en muchos dispositivos electrónicos debido en gran medida a su simplicidad. Aunque externamente su forma difiere considerablemente de un diodo LED típico, internamente están constituidos por una serie de diodos LED con unas determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados de tal forma que forme un número 8.

- **Componente seleccionado**

En el caso de Booby Boo, la mejor opción es emplear diodos LED de luz blanca controlados por las salidas del MCU con PWM, de forma que a través unas cavidades en la carcasa superior del producto, como se encuentra descrito en el **Anexo C – Ahorro de agua en edificios públicos, Dossier Fase 3 Reducido** del equipo de diseñadores, se consigue crear el efecto deseado con solo cuatro diodos LED y un consumo muy reducido.



Figura 6.7 - Diodo LED de luz blanca

Para Screen Boo, se ha optado por emplear una pantalla LCD con un modulo incorporado de conexión mediante I2C, con lo que el empleo de salidas del ATmega328p se reduce a dos. El modulo seleccionado es el IIC LCD1602 de DFRobot.



Figura 6.8 – Modulo IIC LCD1602

6.2.4. Indicadores acústicos

Resulta conveniente la inclusión de un indicador acústico que avise cuando se está realizando un uso incorrecto durante un periodo de tiempo prolongado. Este indicador, también se usa para avisar al usuario en caso de que un grifo se quede abierto tras su uso.

- **Zumbador**

Un zumbador, es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso, y son utilizados en múltiples sistemas como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores.

Inicialmente este dispositivo estaba basado en un sistema electromecánico que era similar a una campana eléctrica pero sin el badajo metálico, el cual imitaba el sonido de una campana.

- **Altavoz piezoeléctrico**

El altavoz piezoeléctrico es un tipo de altavoz basado en la propiedades de los cristales piezoeléctricos (poliéster o cerámica), que se deforman cuando se les aplica una tensión entre sus caras y que actuando como transductor electroacústico es utilizado para la reproducción de sonido.

- **Componente seleccionado**

Para la función que se requiere el indicador acústico, nos sirve perfectamente un altavoz de bajo coste y baja potencia.



Figura 6.9 – Dynamic speaker

6.2.5. Comunicación inalámbrica

A continuación se analizan los posibles métodos de comunicación inalámbrica entre los dos productos.

- **Bluetooth**

Se denomina *Bluetooth* al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo costo.

Los dispositivos que incorporan este protocolo pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente. Estos dispositivos se clasifican como "Clase 1", "Clase 2" o "Clase 3" en referencia a su potencia de transmisión, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una caja de ordenador

CLASE	POTENCIA MÁXIMA PERMITIDA (mW)	POTENCIA MÁXIMA PERMITIDA (dBm)	ALCANCE (APROXIMADO)
Clase 1	100 mW	20 dBm	~30 metros
Clase 2	2.5 mW	4 dBm	~10-5 metros
Clase 3	1 mW	0 dBm	~1 metro

Tabla 6.4 - Clases de *Bluetooth* en referencia a la potencia de transmisión

Los dispositivos con *Bluetooth* también pueden clasificarse según su ancho de banda:

VERSIÓN	ANCHO DE BANDA
Versión 1.2	1 Mbit/s
Versión 2.0 + EDR	3 Mbit/s
Versión 3.0 + HS	24 Mbit/s
Versión 4.0	24 Mbit/s

Tabla 6.5 - Clases de *Bluetooth* en referencia al ancho de banda

- **Infrarrojos (IR)**

La radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. Consecuentemente, tiene menor frecuencia que la luz visible y mayor que las microondas. La comunicación basada en infrarrojos es una de las soluciones más comunes para mandos a distancia tanto domésticos como en ámbitos industriales. El funcionamiento está basado en un pequeño circuito integrado que reconoce la señal y determina qué botón fue presionado; en base a esa información da orden a un cristal para que genere un impulso eléctrico con una frecuencia determinada. Ese impulso es transmitido a un LED que lo envía convertido en radiación infrarroja. El receptor puede reconocer el botón pulsado midiendo la frecuencia de la radiación.

- **Radiofrecuencia (RF)**

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. Cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico (la antena), induce en él un movimiento de la carga eléctrica que puede ser transformado en señales de audio u otro tipo de señales portadoras de información. El emisor tiene como función producir una onda portadora, cuyas características son modificadas en función de las señales a transmitir. Propaga la onda portadora así modulada. El receptor capta la onda y la «desmodula» para hacer llegar al espectador auditor tan solo la señal transmitida. Las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidas en esta clase de emisiones de radiofrecuencia.

- **Componente seleccionado**

En un principio, la comunicación inalámbrica se realiza a través de emisores y receptores de radiación IR, los cuales tienen un consumo reducido y fácil implementación.

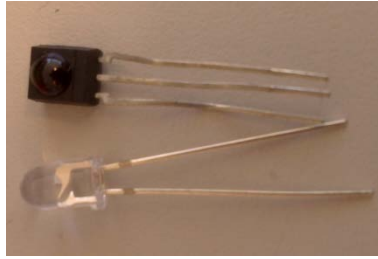


Figura 6.10 - Emisor y receptor de IR

Sin embargo, tras un estudio posterior, se detecta que la comunicación inalámbrica resulta más sencilla de implementar con emisores y receptores de RF, que mediante emisores y receptores de radiación IR, puesto que estos últimos precisan estar alineados para tener una buena comunicación entre ellos, mientras que los receptores y emisores de RF no precisan de una alineación especial, siempre y cuando se encuentren dentro de un determinado rango de alcance, determinado por la alimentación y la antena con la que trabajan tanto emisor como receptor.

En concreto, en este proyecto se emplean módulos llamados RF link, compuestos por receptor y emisor, y que transmiten a una frecuencia de 433 MHz mediante modulación QAM (Quadrature Amplitud Modulation), siendo el modulo emisor QAM – TX1 y el modulo receptor QAM – RX2.

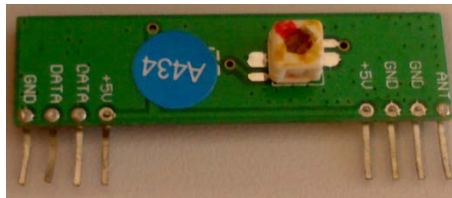


Figura 6.11 - Modulo QAM – RX2



Figura 6.12 - Modulo QAM – TX1

6.2.6. Alimentación

En lo relativo a la alimentación de un producto electrónico, hay que distinguir entre la alimentación mediante baterías o la red eléctrica. Esta distinción ya se ha realizado con anterioridad en la redacción de esta memoria en la información aportada a los equipos de diseñadores (2.6)

- **Componente seleccionado**

El producto principal se encuentra en contacto con el agua, por esta razón, debe ser totalmente hermético para un correcto funcionamiento, además debe ser de fácil instalación. De forma que la alimentación del producto se realiza mediante baterías primarias ubicadas en el interior de la carcasa del producto, las cuales deben ser capaces de alimentar el producto durante un periodo mínimo de tres meses, y de pequeño tamaño, debido a las dimensiones de las carcasas del producto.

La elección de la batería a emplear se corresponde con la pila de botón CR2032, puesto que cumple los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento del producto, teniendo la posibilidad de incluir dos pilas en paralelo para aumentar el periodo de funcionamiento.



Figura 6.13 - Pila de botón CR2032

En cuanto al producto secundario, al ir instalado en la pared del lavabo, la opción seleccionada consiste en alimentar al producto mediante la red eléctrica, a través de una fuente de alimentación conmutada integrada en un circuito.

La fuente escogida se corresponde con RAC01-C, un convertidor AC-DC de POWERLINE con una tensión de salida de 5V. Este IC se caracteriza por tener alta eficiencia, bajo consumo en *standby*, protección contra cortocircuitos así como un filtro Clase B de EMC.



Figura 6.14 - Fuente SMPS RAC01-C

6.2.7. Módulo temporal

Para el poder realizar todas las funciones del producto secundario relativas con la manipulación de los datos recibidos, es necesario implementar un modulo RTC encargado de controlar el tiempo. El modulo RTC escogido, se basa en el chip de reloj DS1307, que soporta el protocolo de comunicación I2C. El reloj proporciona datos relativos a los segundos, minutos, horas, días, días de la semana, mes y año. El último día del mes se ajusta automáticamente para los meses con menos de 31 días, incluidos los años bisiestos. Es recomendable el empleo de una pila de 3V CR1225 para obtener una operación más robusta.

Con la incorporación de este módulo, podemos controlar cuando empieza y acaba un día, para mostrar el consumo diario; y cuando empieza y acaba un mes, para controlar el consumo mensual.

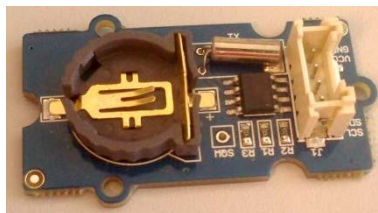


Figura 6.15 - Módulo RTC basado en DS1307

6.3. Diseño de Booby Boo

En este punto se encuentra redactado el proceso de diseño electrónico del circuito de Booby Boo mediante la descripción de cada bloque.

6.3.1. Diagrama de bloques

En la figura 6.16, se aprecia el diagrama de bloques empleado como base para el desarrollo del circuito de Booby Boo.

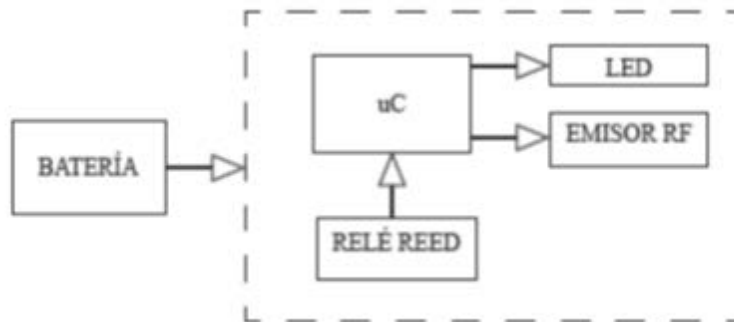


Figura 6.16 - Diagrama de bloques de Booby Boo

6.3.2. Batería

El circuito de alimentación está compuesto por una pila de botón CR2032, cuya capacidad se ha calculado a partir de la ecuación 6.1., y dos condensadores de desacoplo.

$$Capacidad(mAh) = Consumo(mA) * Tiempo(h) \quad (6.1)$$

Para poder calcular la capacidad mínima necesaria para el correcto funcionamiento del producto, es necesario conocer una estimación del consumo del circuito y del tiempo que está en funcionamiento. El consumo del circuito con las distintas alternativas que se han seleccionado, no supera los 3 mA. Para conocer el tiempo de funcionamiento del producto, se emplea ecuación 6.2, donde la variable TiempoUsoCrítico coincide con el tiempo en que tarda en activarse el aviso acústico, que coincide con un gasto de 2 litros de agua para un grifo con un caudal de 0.2 L/sg; y la variable UsosEstimados viene dada por la ecuación 6.3

$$Tiempo(sg) = UsosEstimados * TiempoUsoCrítico(sg) \quad (6.2)$$

$$UsosEstimados = TiempoFuncionamientoTotal(días) * UsosDía(\frac{1}{días}) \quad (6.3)$$

En la ecuación 6.3, se tiene en cuenta que cada aula tiene un máximo de 25 alumnos y debe haber un aseo por aula, como figura en el Boletín Oficial del Estado; de forma que estimando que cada alumno acude 2 veces al aseo por día y un tiempo mínimo de funcionamiento del producto de 90 días se obtiene el valor mínimo de capacidad de la pila necesario para un correcto funcionamiento, como se muestra en la ecuación 6.6.

$$UsosEstimados(usos) = 90días * 50 \frac{usos}{días} = 4500usos \quad (6.4)$$

$$Tiempo(sg) = 4500usos * 10 \frac{sg}{usos} = 45000sg \quad (6.5)$$

$$\text{Capacidad(mAh)} = 3\text{mA} * 12.5\text{h} = 37.5\text{mAh} \quad (6.6)$$

De esta forma, con la pila CR2032 con una capacidad de 220 mAh se cumplen los requisitos mínimos de duración de la batería. Además, hay que tener en cuenta que el producto se encuentra diseñado para emplear dos pilas en paralelo, de forma que se obtiene el doble de capacidad.

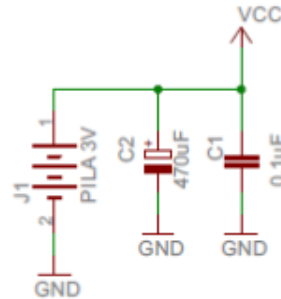


Figura 6.17 - Esquema de la batería de Booby Boo

6.3.3. Microcontrolador (MCU)

El microcontrolador escogido es el ATmega328p. Este componente es la base del producto, todos los demás componentes se encuentran conectados a él. En el diseño de las conexiones del resto de componentes, se ha tenido en cuenta que todos se conecten en los terminales de un mismo lado del ATmega328p, para poder realizar el diseño de la placa de circuito impreso con mayor facilidad. Como se menciona más adelante, se decide optar por emplear solamente el MCU de la placa Arduino, de forma que entre otras cosas, se reduce el número de componentes a emplear en el producto.

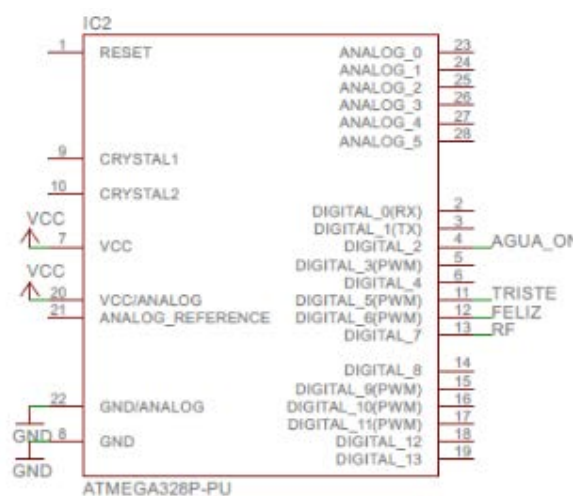


Figura 6.18 - Esquema de conexiones del ATmega328p de Booby Boo

6.3.4. Indicador visual

Como se ha explicado en el apartado anterior, la solución adoptada para la indicación luminosa se corresponde con diodos LED, controlados mediante las salidas PWM del ATmega328p. El control por modulación de ancho de pulsos (PWM) de una señal, es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación con el período. Expresado matemáticamente:

$$D = \frac{\tau}{T} \quad (6.7)$$

Donde D es el ciclo de trabajo, τ es el tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso) y T es el período de la función; de forma que dependiendo del ciclo de trabajo D , se consigue que los diodos LED brillen más o menos a base de aumentar o reducir la corriente que consumen.

En la figura 6.18, se muestran distintos tipos de señal controlada por PWM con diferentes ciclos de trabajo D .

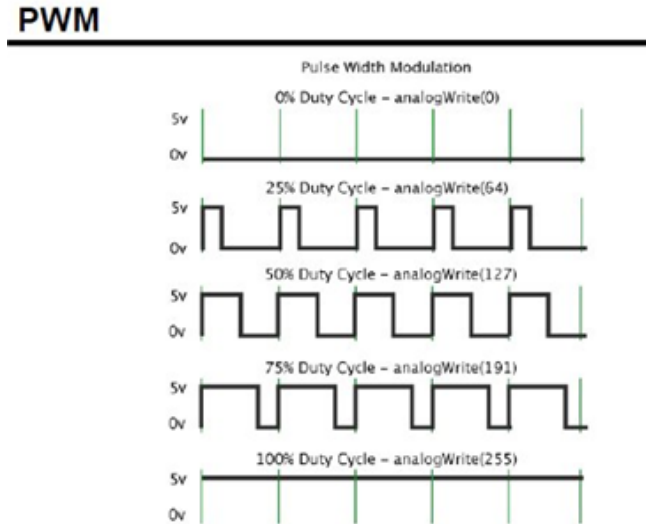


Figura 6.19 - Ejemplos de PWM

Para este caso en concreto, se emplea un ciclo de trabajo D de 5 %, con el que se obtiene muy bajo consumo e iluminación suficiente para la tarea a desempeñar por los diodos LED.

Los diodos LED, como cualquier otro componente, poseen un valor de corriente límite, que no debe superarse. Para calcular el valor mínimo de la resistencia que acompaña a cada diodo LED, para controlar la corriente que lo atraviesa, se emplea la ecuación 6.8, correspondiente con la Ley de Ohm, donde la variable TensiónUmbral es característica de cada tipo de diodo LED.

$$R_{LED}(\Omega) = \frac{(TensiónPWM(V) - TensiónUmbral(V))}{CorrienteLimite(mA)} \quad (6.8)$$

$$R_{LED}(\Omega) = \frac{(3V - 2.1V)}{0.02A} = 45\Omega \quad (6.9)$$

Se decide poner el mismo valor de resistencia para todos diodos LED, con un valor de 330 Ω , de manera que el consumo de corriente es bajo, pero se mantiene una buena intensidad lumínica.

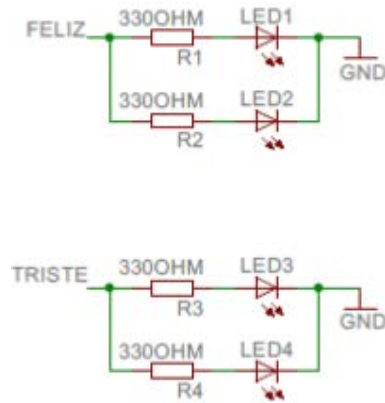


Figura 6.20 - Esquema de la indicación luminosa de Booby Boo

6.3.5. Sensor

Para el correcto uso del interruptor reed, se emplea una estructura con una resistencia de *Pull-Up*, con un valor 10 K Ω . Como se ha mencionado con anterioridad, esta es una parte fundamental del producto, ya que con ella se despierta al ATmega328p y se detecta cuando deja de correr el agua del grifo.

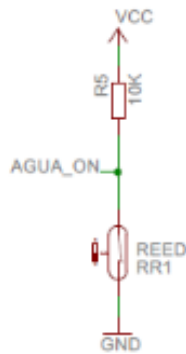


Figura 6.21 - Esquema del sistema de detección de agua de Booby Boo

6.3.6. Comunicación inalámbrica

El módulo emisor para la comunicación inalámbrica QAM – TX1, es un módulo muy sencillo de implementar, solamente se requiere conectar VCC a la alimentación del circuito, GND a la masa y DATA_IN a un terminal del ATmega328p, a través de la cuál se transmiten al módulo emisor los datos a enviar al módulo receptor. La patilla de la antena ANT puede utilizarse o no, dependiendo de los requisitos del circuito, condición que se explica más adelante. Además, es un módulo con una corriente de consumo muy baja.

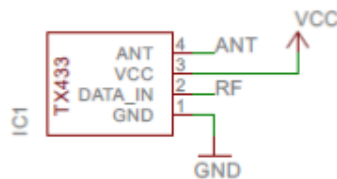


Figura 6.22 - Esquema del módulo emisor QAM – TX1 de Booby Boo

6.3.7. Esquema del circuito

En la figura 6.23, se observa el esquema completo del producto principal.

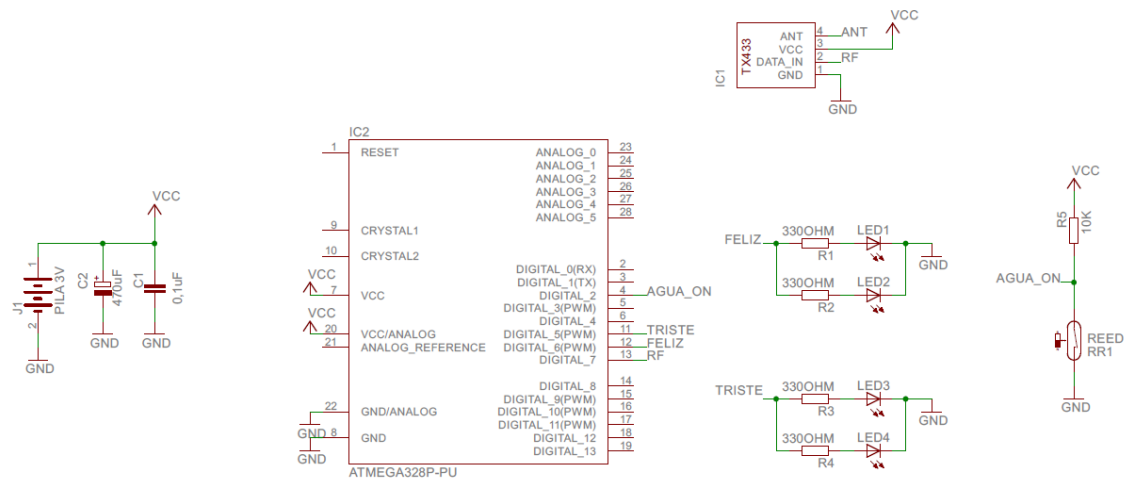


Figura 6.23 - Esquema completo de Booby Boo

6.4. Diseño de Screen Boo

En este punto se encuentra redactado el proceso de diseño electrónico del circuito de Screen Boo mediante la descripción de cada bloque.

6.4.1. Diagrama de bloques

En la figura 6.24, se aprecia el diagrama de bloques empleado como base para el desarrollo del circuito del proyecto.

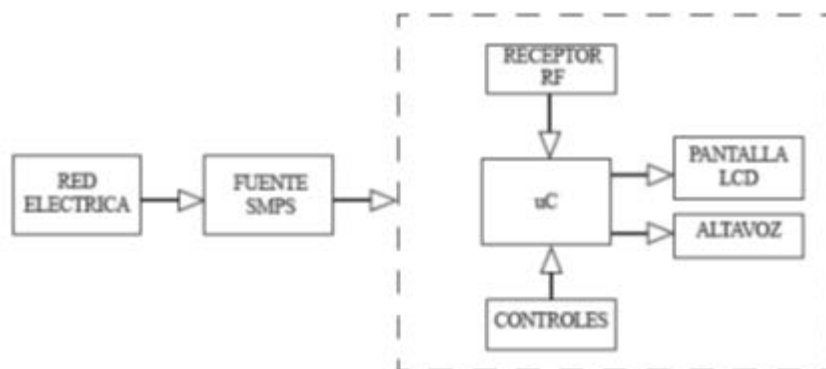


Figura 6.24 - Diagrama de bloques de Screen Boo

6.4.2. Red Eléctrica y Fuente SMPS

La alimentación de Screen Boo se realiza mediante la red eléctrica y una fuente SMPS, como se ha explicado con anterioridad. La fuente escogida RAC01-SC, se caracteriza por ser un módulo ultra compacto de entrada universal para montajes de placas de circuito impreso. Posee alta eficiencia, bajo consumo en *standby*, alta temperatura de operación, un comienzo suave y protección contra cortocircuitos, así como un filtro clase B de compatibilidad electromagnética (EMC) construido en su interior.

En el *datasheet* de este componente, incluido en el **Anexo D – Datasheets**; se incluyen unas recomendaciones relativas a su implementación en un circuito. Esas recomendaciones se corresponden con el empleo de elementos de protección a la entrada de la fuente, como son un fusible de 230 V y 1 A, y un varistor si se emplea una tensión de entrada de 230 VAC; al igual que un condensador de 330 μ F en la salida para reducir el rizado.

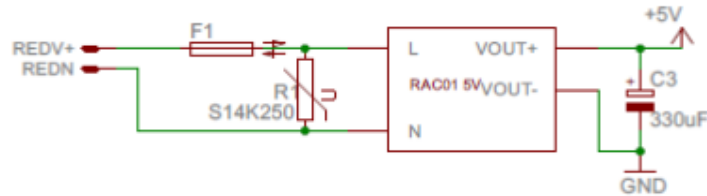


Figura 6.25 - Esquema de la alimentación de Screen Boo

6.4.3. Microcontrolador (MCU)

Como en Booby Boo, el microcontrolador escogido es el ATmega328p. Este componente es la base del producto, todos los demás componentes se encuentran conectados a él. En el diseño de las conexiones del resto de componentes, se ha tenido en cuenta que todos los componentes se conecten en los terminales de un mismo lado del ATmega328p, para poder realizar el diseño de la placa de circuito impreso con mayor facilidad, como en Booby Boo. Como se menciona más adelante, se decide optar por emplear solamente el MCU de la placa Arduino, de forma que entre otras cosas, se reduce el número de componentes a emplear en el producto..

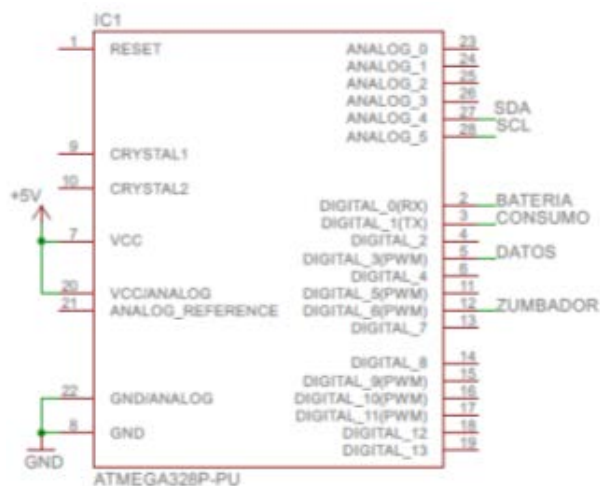


Figura 6.26 - Esquema de conexiones del ATmega328p de Screen Boo

6.4.4. Indicador visual

Como se ha mencionado anteriormente, el indicador visual del producto secundario lo constituye una pantalla LCD que se comunica con el ATmega328p a través del bus de comunicaciones en serie I2C (Inter – Circuitos Integrados). Este bus de comunicaciones es muy usado en la industria, y su principal característica es que emplea dos líneas para transmitir la información:

- SDA: Línea de Datos
- SCL: Línea de Reloj

Los dispositivos conectados al bus I2C tienen una dirección única para cada uno, que puede modificarse por *software*. Pueden ser maestros o esclavos, donde el dispositivo maestro inicia la transferencia de datos y además genera la señal de reloj. La implementación de la pantalla LCD con bus de

comunicaciones I2C es muy sencilla, reduciéndose a la conexión a la alimentación y la masa del circuito, así como a las patillas SDA y SCL del ATmega328p.

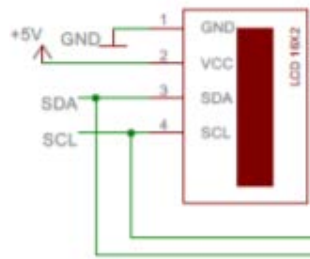


Figura 6.27 - Esquema de conexión de la pantalla LCD de Screen Boo

6.4.5. Controles

Para la implementación de los botones que se emplean para controlar algunas de las funciones del producto, se emplea una estructura de *Pull-Up* con una resistencia de 10 KΩ para cada uno.

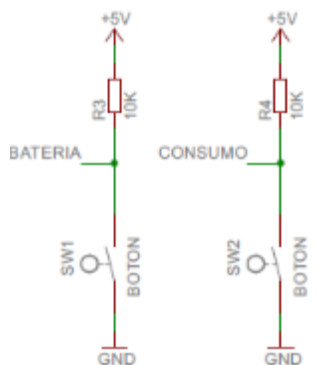


Figura 6.28 - Esquema de conexión de los controles de Screen Boo

6.4.6. Indicador Acústico

Para proteger al altavoz de un exceso de corriente, se emplea una resistencia para limitar la corriente. De manera, que escogiendo una corriente de 5 mA y a través la ecuación 6.10, se obtiene el valor de esa resistencia de la rama del altavoz.

$$Resistencia(\Omega) = \frac{Tensión(V)}{Corriente(A)} \quad (6.10)$$

$$Resistencia(\Omega) = \frac{5V}{0.005A} = 1000\Omega \quad (6.11)$$

También resulta necesario calcular que la potencia del altavoz no supera el valor límite de potencia incluido en el datasheet.

$$Potencia(W) = Tensión(V) * Corriente(A) \quad (6.12)$$

$$Potencia(W) = 5V * 0.005A = 0.025W \quad (6.13)$$

Como se aprecia en la ecuación 6.13, para una resistencia de 1 KΩ, la potencia no supera el límite de potencia que soporta el altavoz, correspondiente con 0.25 W.

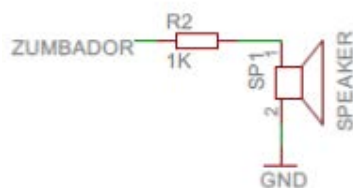


Figura 6.29 - Esquema de conexión del altavoz a Screen Boo

6.4.7. Comunicación inalámbrica

El módulo receptor para la comunicación inalámbrica QAM – RX2, es un módulo muy sencillo de implementar, solamente se requiere conectar VCC y VCC1 a la alimentación del circuito, GND, GND1 y GND2 a la masa y DATA1 y DATA2 a una patilla del ATmega328p, a través de los que se reciben los datos recibidos por el modulo receptor QAM – RX2. La patilla de la antena puede utilizarse o no, dependiendo de los requisitos del circuito, condición que se explica más adelante. Además, es un módulo con una corriente de consumo muy baja.

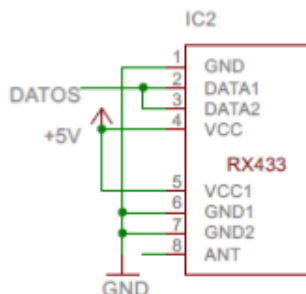


Figura 6.30 - Esquema de conexiones de QAM - RX2 de Screen Boo

6.4.8. Módulo temporal

El modulo RTC1307 funciona con el bus de comunicaciones I2C, de forma que simplemente hay que realizar cuatro conexiones para que el módulo funcione de manera correcta. Hay que conectar VCC a la alimentación del circuito, GND a la masa del circuito y, SDA y SCL a sus homologas en el ATmega328p.

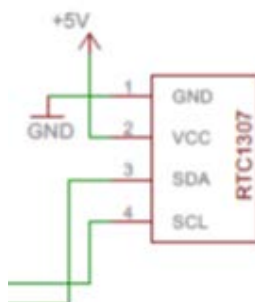


Figura 6.31 - Esquema de conexiones del modulo RTC de Screen Boo

6.4.9. Esquema del circuito

En la figura 6.32 se observa el esquema completo del producto principal.

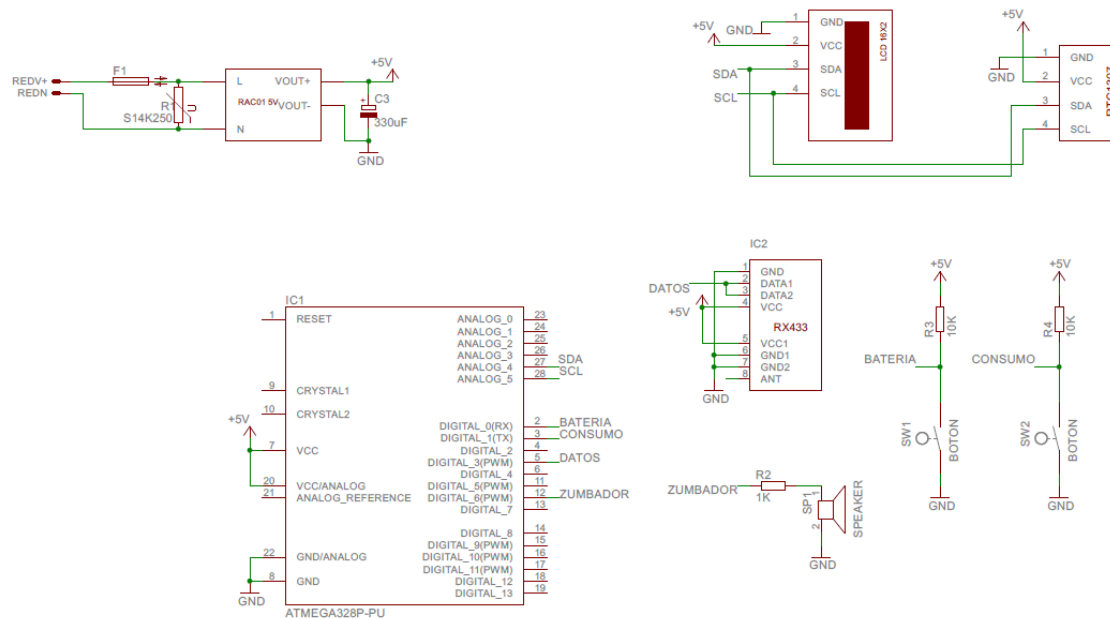


Figura 6.32 - Esquema completo de Booby Boo

6.5. Desarrollo del prototipo

En este punto, se describe el proceso a través del cuál se han obtenido los prototipos funcionales de ambos productos.

6.5.1. Prototipo en placa de prototipado

Como se menciona en el punto 6.2.2 – **Microcontrolador (MCU)**, el proyecto tiene como base la plataforma de electrónica abierta Arduino, siendo la placa Arduino UNO Rev3, la empleada para su desarrollo, y Arduino IDE 1.0.5r2 el entorno de desarrollo de *software*. Una de las grandes ventajas que nos aporta este entorno de desarrollo, es la enorme cantidad de librerías que posee para el desarrollo de proyectos, mediante las cuáles se puede implementar una gran variedad de sensores, actuadores y otros tipos de módulos.

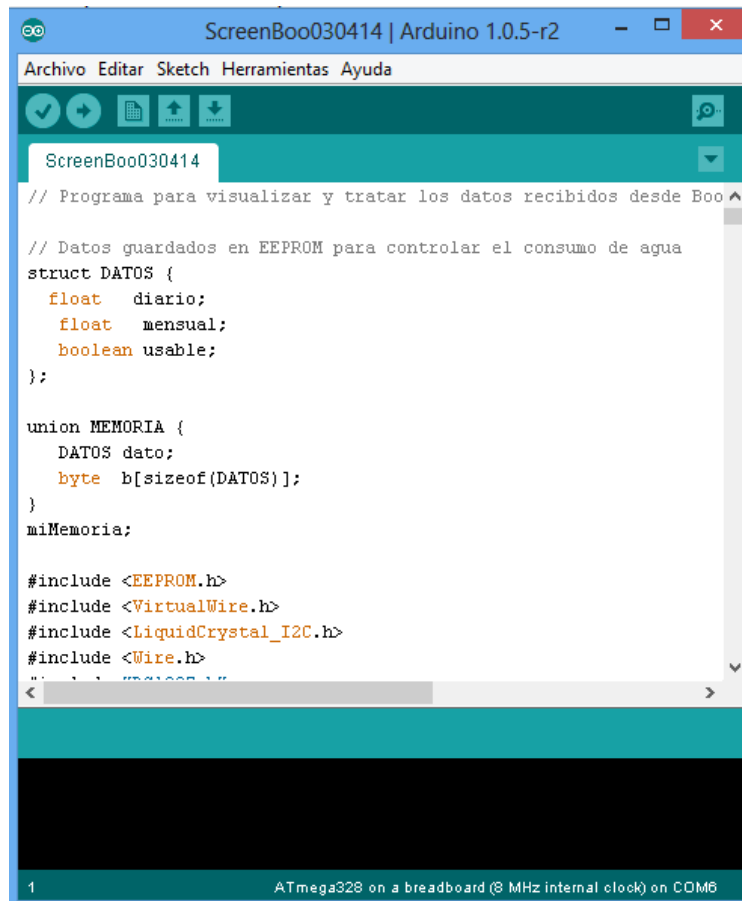


Figura 6.33 - Arduino IDE

Tal y como he mencionado con anterioridad en el punto **6.2.1 – Sensores**, en un primer momento se intentó implementar para detectar agua en movimiento resistencias NTC, con la intención de detectar cambios de temperatura provocadas por el paso del agua. Sin embargo, debido a la poca sensibilidad obtenida y la complejidad para conseguir un margen de medición de temperatura estable, se desechó su implementación, empleando el sistema mecánico para despertar al MCU, constituido por una boya, un imán y un interruptor reed para desempeñar esta función. Hay que destacar, que para el desarrollo del prototipo funcional, no se emplea este sistema, si no que se simula a través de un interruptor.

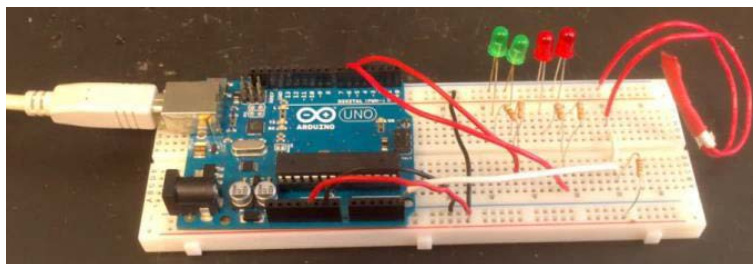


Figura 6.34 - Montaje del Booby Boo con resistencias NTC

Otro de los problemas que ha surgido esta relacionado con la comunicación inalámbrica, como se menciona en el punto **6.2.4 – Comunicación Inalámbrica**, consistente en la imposibilidad de conseguir una comunicación entre los dos productos en distancias superiores a 1 metro y sin estar alineados, al emplear comunicación IR. En cuando se implementó la comunicación por radiofrecuencia, se consiguió más alcance de comunicación sin la necesidad de tener los dos producto alineados, sin embargo, ha sido necesario emplear cable de cobre como antenas, de 17 cm de longitud para el módulo emisor, y de 15 cm de longitud para el receptor, como se recomienda en el *datasheet*; para mejorar la transmisión entre ellos.

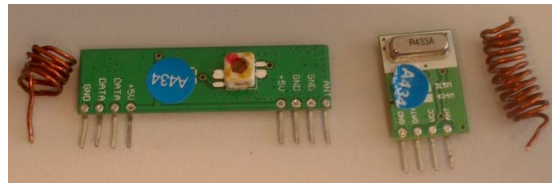


Figura 6.35 - Módulos RF con sus respectivas antenas

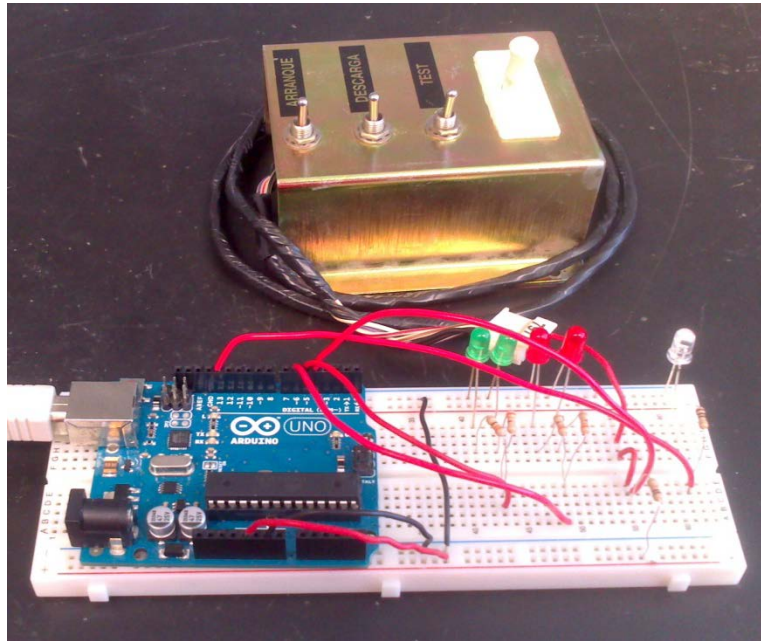


Figura 6.36 - Montaje de Booby Boo con comunicación IR

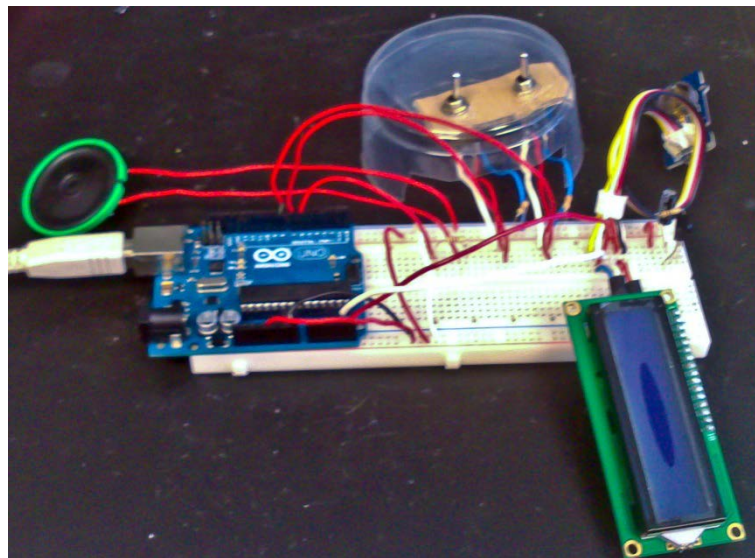


Figura 6.37 –Montaje de Screen Boo con comunicación IR

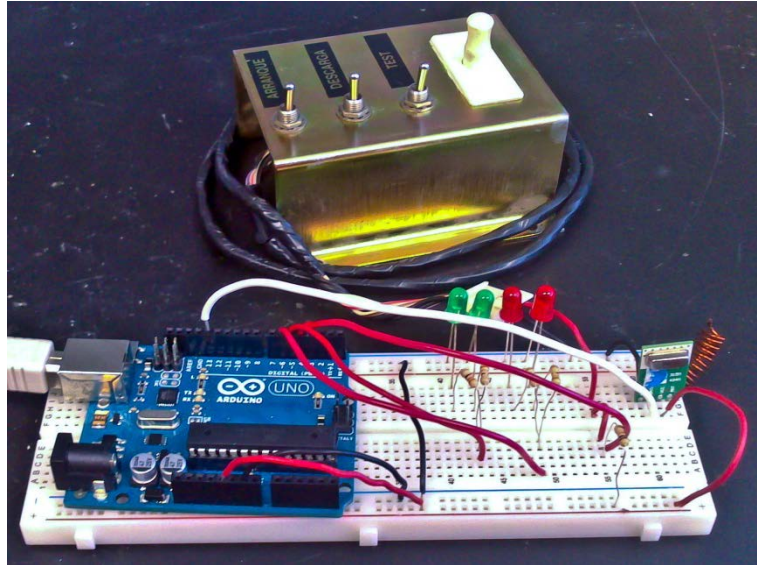


Figura 6.38 - Montaje de Booby Boo con comunicación RF

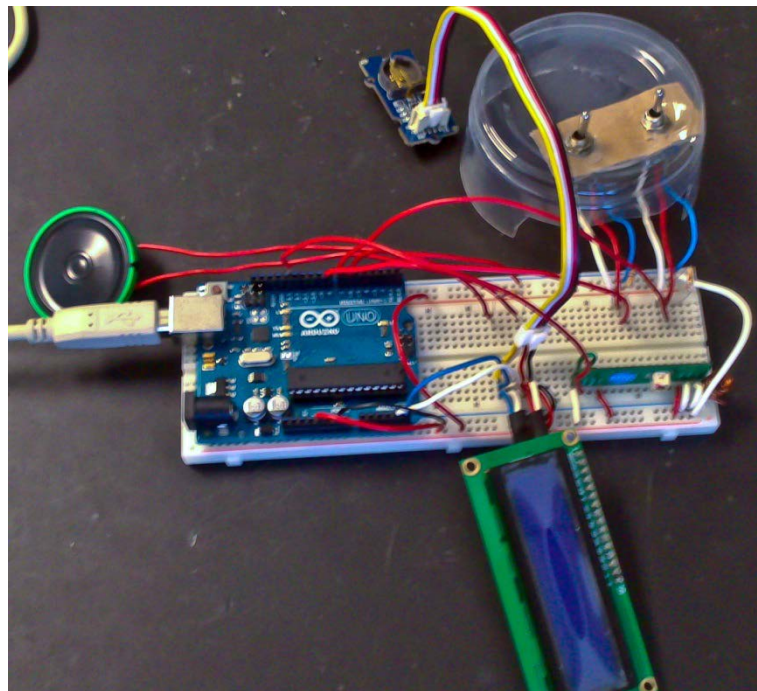


Figura 6.39 - Montaje de Screen Boo con comunicación RF

El paso final de la obtención del prototipo de ambos productos, consiste en deshacerse de la placa Arduino UNO Rev3 para su funcionamiento, empleando únicamente el ATmega328p que incorpora, puesto que el alto consumo de algunos componentes de la placa Arduino UNO Rev3, y su tamaño hacen inviable su implementación directa en el producto. Mediante este paso se consigue una reducción de consumo importante, de manera que el MCU tiene un consumo de unos 10 mA con 5 V de alimentación y 5 mA con 3V.

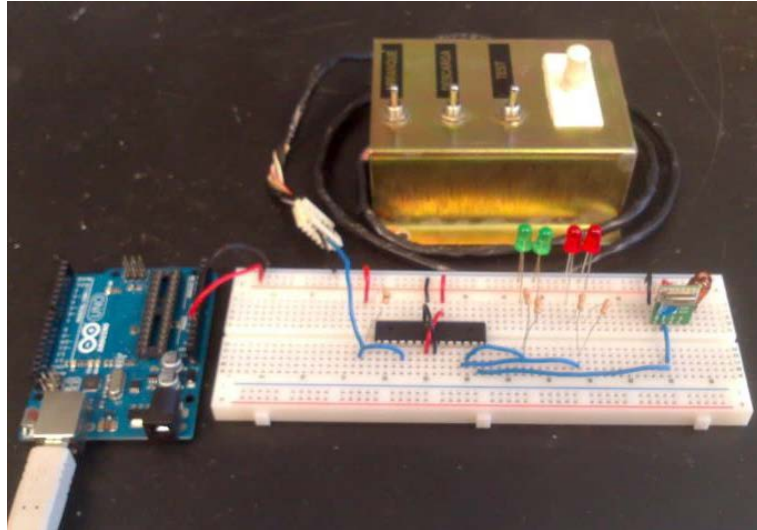


Figura 6.40 - Montaje Booby Boo con ATmega328p en placa de prototipado

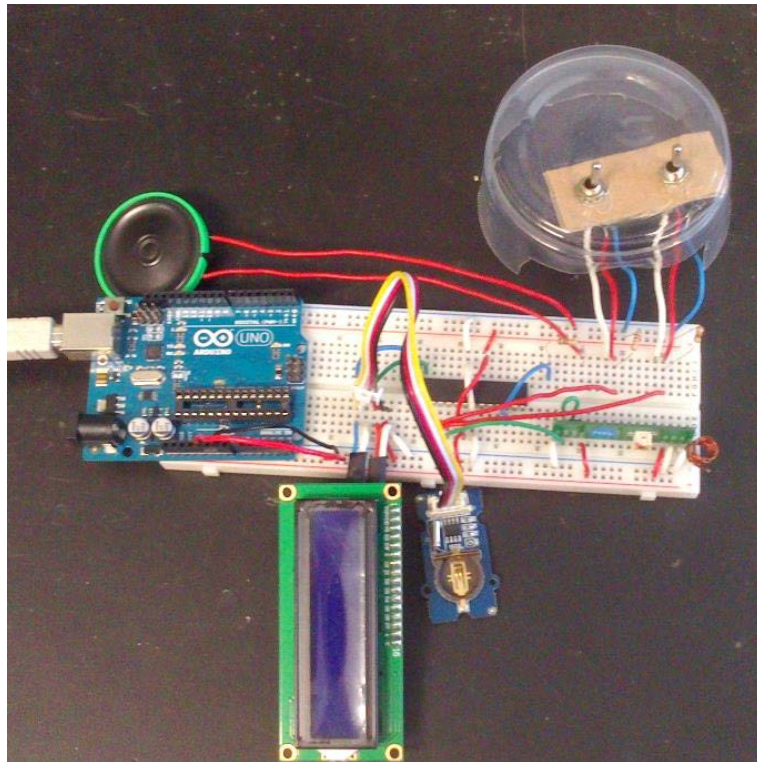


Figura 6.41 - Montaje de Screen Boo con ATmega328p en placa de prototipado

El primer paso a seguir para tener el ATmega328p operando fuera de la placa Arduino UNO Rev3, consiste en instalar la secuencia de inicio (*bootloader*) apropiada en los ATmega328p a emplear en solitario. Este paso se puede realizar mediante un programador AVR-ISP o, como en el caso que nos ocupa, con una placa Arduino configurada como programador ISP. Para emplear la placa Arduino como programador ISP, es necesario cargar el *sketch* Arduino-ISP que se encuentra entre los ejemplos del entorno de programación Arduino IDE. Una vez realizado el paso anterior, se realiza el montaje mostrado en la figura 6.44 [15].

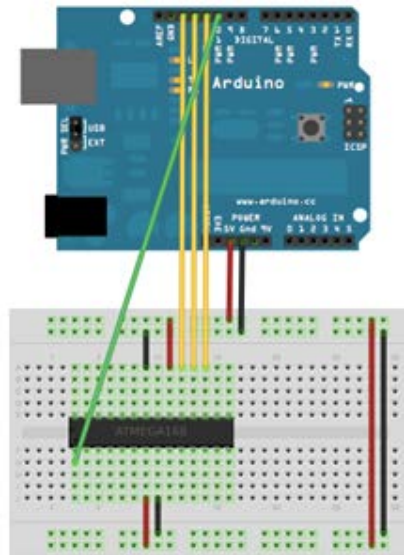


Figura 6.42 - Arduino UNO como programador ISP de la secuencia de inicio [15]

A continuación, se selecciona la tarjeta a emplear a partir de las distintas opciones que nos ofrece el entorno de programación, donde se selecciona *ATmega on a breadboard (8 MHz internal clock)*; se selecciona Arduino como ISP como programador y se procede a grabar la secuencia de inicio.

Una vez realizado el paso anterior, ya disponemos del MCU con la configuración necesaria para cargar programas desde el entorno de programación de Arduino, empleando la configuración que se muestra en la figura 6.46.

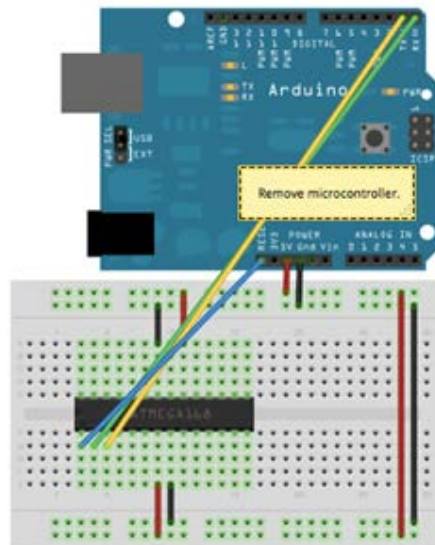


Figura 6.43- Placa Arduino para cargar programas en ATmega [15]

Para Booby Boo, hay que destacar que con todos los componentes del circuito conectados al ATmega328p en la placa de prototipado, el consumo sigue siendo elevado para conseguir una duración óptima de las baterías. Para solventar este problema, se reduce la frecuencia del reloj interno del ATmega328p a la mitad, es decir, a 4 MHz, obteniendo un consumo cercano a 3 mA con todos los componentes del producto en activo. También se trató de reducir más el consumo con frecuencias de reloj inferiores, pero el funcionamiento global del producto no era correcto, siendo la frecuencia de 4 MHz la menor frecuencia de reloj con la que el producto trabaja correctamente.

Con Screen Boo, en un primer momento, al usar el altavoz para dar la alarma, el prototipo se bloqueaba y no respondía. Tras numerosas pruebas, tanto en código como en *hardware*, llegué a la conclusión que el altavoz consumía casi toda corriente de la que el ATmega328p podía suministrar, entorpeciendo el funcionamiento correcto del producto. El problema se resuelve imponiendo un

consumo de corriente menor al poner una resistencia limitadora, con la consecuencia de perder volumen de sonido.

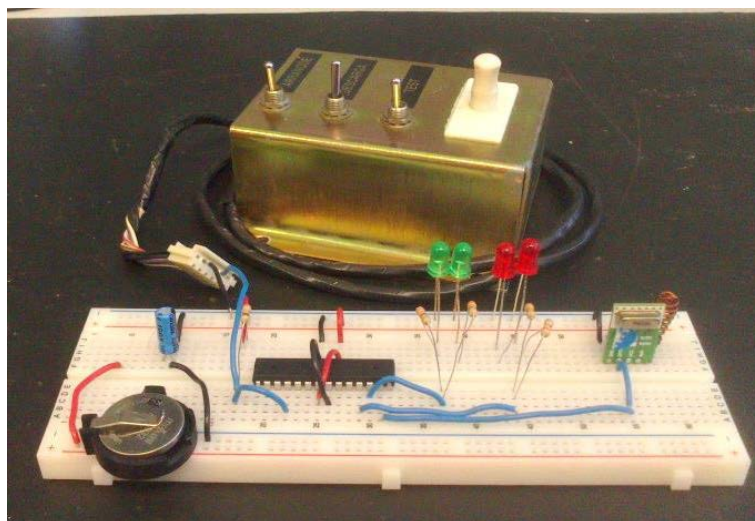


Figura 6.44 - Montaje final de Booby Boo en placa de prototipado

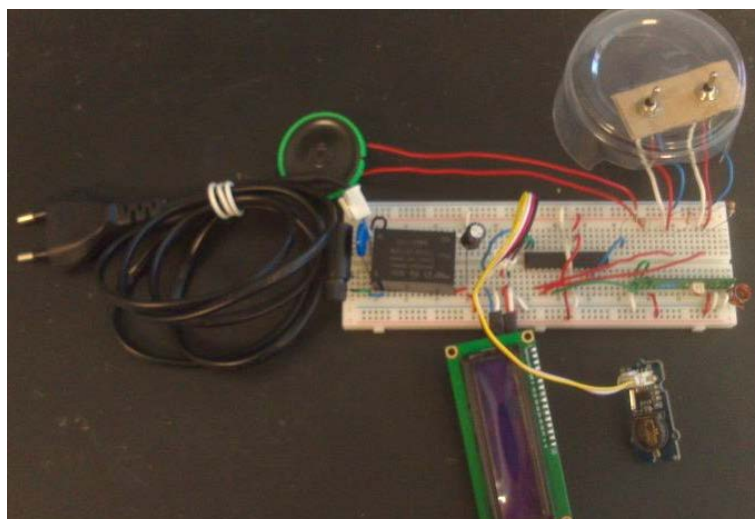


Figura 6.45 - Montaje final de Screen Boo en placa de prototipado

6.5.2. Prototipo en placa de circuito impreso (PCB)

En el diseño de la PCB de ambos productos, se ha tratado de seguir en todo momento los siguientes puntos:

- Conectores al borde de la placa.
- No pasar pistas de señal por debajo del MCU.
- Pistas de alimentación mayores que las pistas de señal.
- Emplear únicamente una cara de la PCB.
- Realizar un plano de masa.

En lo correspondiente Booby Boo, debido al diseño de las carcasas que contienen la PCB, los diodos LED, poseen una posición determinada en la placa, que debe respetarse en todo momento. Para colocar el emisor de RF, se ha tenido en cuenta la altura de este módulo, de forma que cuando se realice el montaje las carcasas con la PCB todo encaje perfectamente. Además, dado el pequeño

tamaño de la placa, la mayoría de sus componentes son SMD, para poder aprovechar mejor la superficie de trabajo.

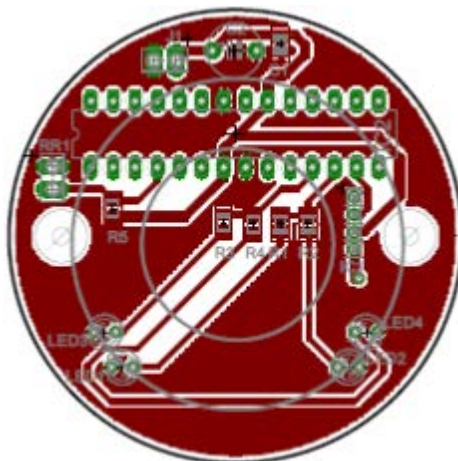


Figura 6.46 - Placa de circuito impreso de Booby Boo

En contraposición con Booby Boo, Screen Boo no se encuentra tan restringido en cuanto a dimensiones de la PCB, de manera que todos sus componentes se han elegido THD, los cuáles aunque son más grandes que sus homólogos en SMD, son más sencillos de soldar. También hay que tener en cuenta que en el *datasheet* de la fuente de alimentación conmutada RAC01 – SC, muestra claramente que no deben pasar pistas de ningún tipo por una zona determinada del componente.

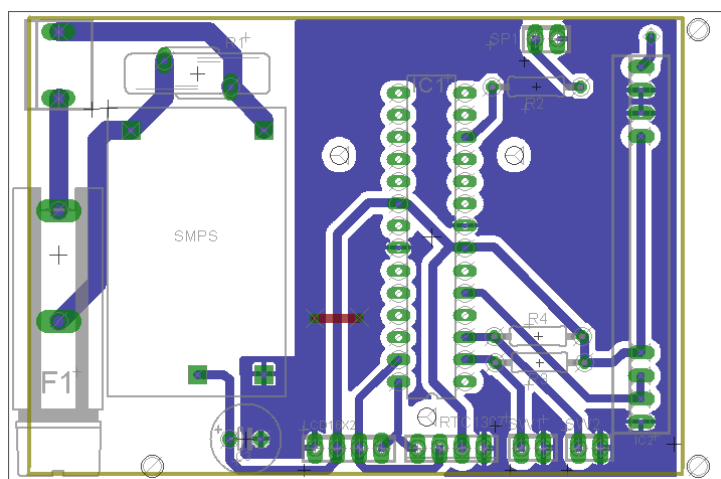


Figura 6.47 - Placa de circuito impreso de Screen Boo

7. Secuencia de montaje de Booby Boo

En el momento de realizar el montaje de Booby Boo, habrá que tener mucho cuidado, puesto que, como se menciona anteriormente, los diodos LED del producto principal deben encajar en una posición concreta de la carcasa superior, al igual que el emisor de RF, como se aprecia en la figura 7.1



Figura 7.1 - Ensamblaje de Booby Boo

8. Secuencia de uso

A continuación se explica como funcionan los productos desarrollados y el menú de configuración de Screen Boo.

8.1. Secuencia de uso principal

En la figura 8.1, se muestra la secuencia de uso del producto en su versión final. La secuencia de uso es la siguiente:

- Cuando se emplea el grifo donde se encuentra instalado Booby Boo, el rebosadero que contiene la boya con un imán se llena, elevando la boya de forma que el interruptor reed se cierra.
- Al cerrarse el interruptor reed, se procede a sacar al ATmega328p de su estado de suspensión *Power Down Sleep Mode*, donde tiene un consumo de orden de uA.
- Una vez transcurrido el breve periodo de tiempo que le cuesta al ATmega328p entrar en modo *Active*, se comienza a contar el tiempo que transcurre desde que se abre el grifo, y se iluminan los diodos LED que actúan en la sonrisa.
- Transcurrido el tiempo en que el grifo ha descargado 1 litro de agua, se apagan los diodos LED que componen la sonrisa, y se iluminan los diodos LED que forman la boca triste. Este periodo de tiempo se ha calculado teniendo en cuenta que, según la normativa europea, el caudal de agua de un grifo (Q), debe tener un tamaño mínimo de 0.2 litros/segundo, de forma que haciendo uso de la ecuación 8.1 y 8.2, se obtiene el tiempo anteriormente mencionado.

$$Q\left(\frac{L}{sg}\right) = \frac{Volumen(L)}{Tiempo(seg)} \quad (8.1)$$

$$Tiempo(seg) = \frac{Volumen(L)}{Q\left(\frac{L}{sg}\right)} = \frac{1L}{0.2\frac{L}{sg}} = 5sg \quad (8.2)$$

- Con las ecuaciones anteriores, también se calcula el tiempo que debe transcurrir antes de activar una alarma que indique un consumo de agua desproporcionado o que el usuario se ha dejado un grifo abierto. Tomando como referencia límite de consumo 2 litros agua, tenemos el tiempo tras el cuál se envía la señal de alarma a Screen Boo y se enciende el altavoz, calculado en la ecuación 8.3

$$Tiempo(seg) = \frac{Volumen(L)}{Q\left(\frac{L}{sg}\right)} = \frac{2L}{0.2\frac{L}{sg}} = 10sg \quad (8.3)$$

- En el momento que el usuario termina de emplear el lavabo, la boya regresa a su posición natural, obteniendo como respuesta la apertura del circuito del interruptor reed, tras lo cuál, se deja de contabilizar el tiempo y se apagan todos los diodos LED.
- Seguidamente, se envían los datos relativos al nivel de la batería, a la alarma y al tiempo que ha estado abierto el grifo al producto secundario.
- Por último, en Screen Boo se transforman los datos relativos al tiempo de empleo del lavabo a través de la ecuación 8.4, que se extrae de la ecuación 8.1 anterior:

$$Volumen(L) = Q\left(\frac{L}{sg}\right) * Tiempo(seg) \quad (8.4)$$

De esta forma, todos los datos ya se encuentran disponibles para ser consultados por el usuario a través de la pantalla LCD, pulsando el botón correspondiente al dato que se quiere comprobar.

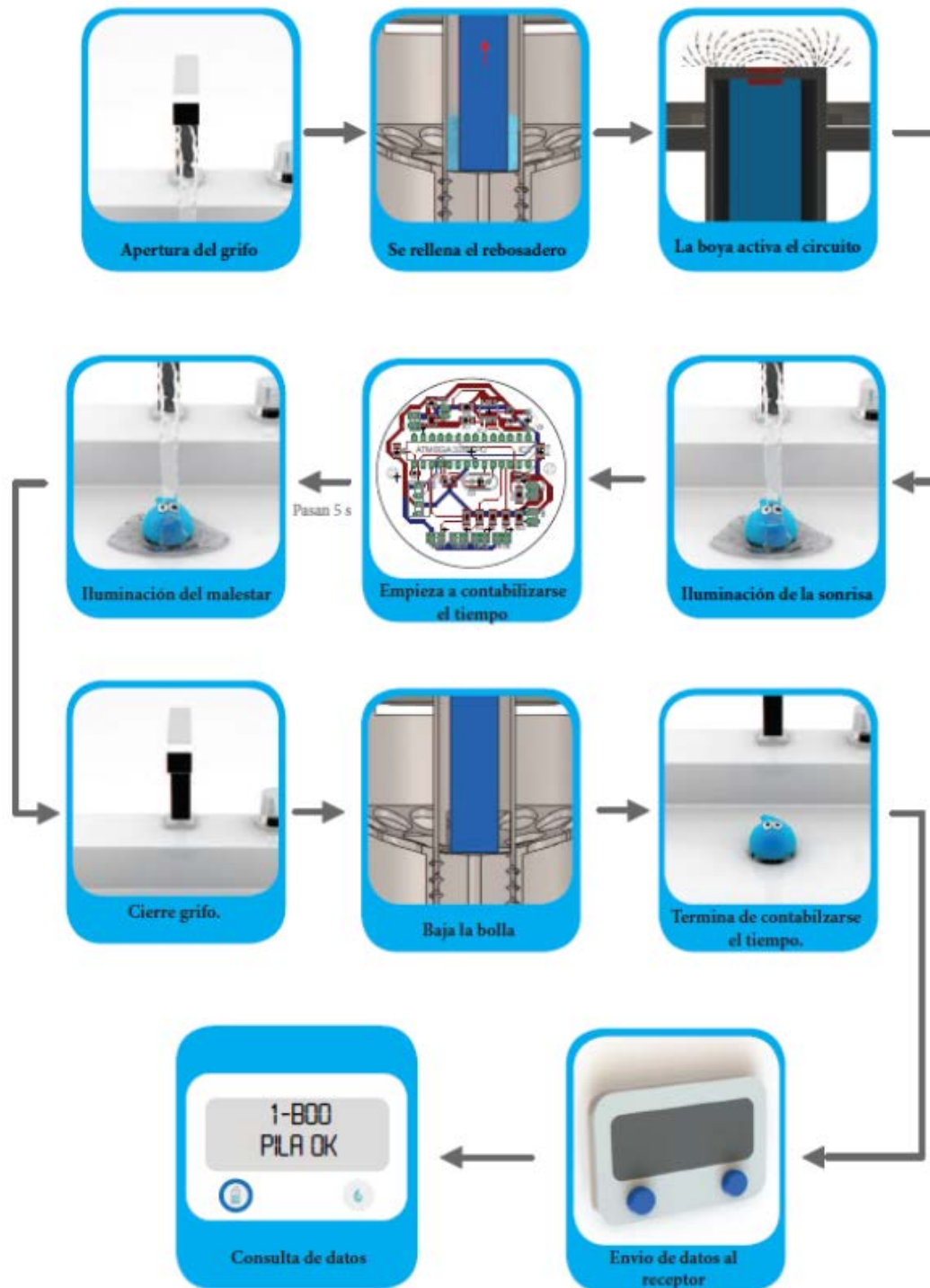


Figura 8.1– Secuencia de uso del Booby Boo y Screen Boo [12]

8.2. Secuencia de uso del menú de Screen Boo

Screen Boo posee un menú de configuración a través del cuál se puede borrar los datos almacenados en la memoria EEPROM relacionados con el consumo, así como modificar la fecha y hora del reloj.

Para entrar en el menú, es necesario pulsar los dos controles a la vez. Si se ha entrado en el menú, en la pantalla se muestra la hora y fecha actuales, antes de mostrar las opciones del menú. Una vez dentro del menú, para seleccionar la acción a ejecutar se emplea el botón que muestra el nivel de la batería por pantalla; mientras que para aceptar la acción a ejecutar se emplea el botón que muestra el consumo estimado por pantalla.

Dentro del submenú de ajuste de fecha y hora, se puede modificar el año, mes, día, día de la semana, hora, minutos y segundos por este orden. Al final de realizar todos los cambios necesarios, se muestra por pantalla la fecha y hora modificada.

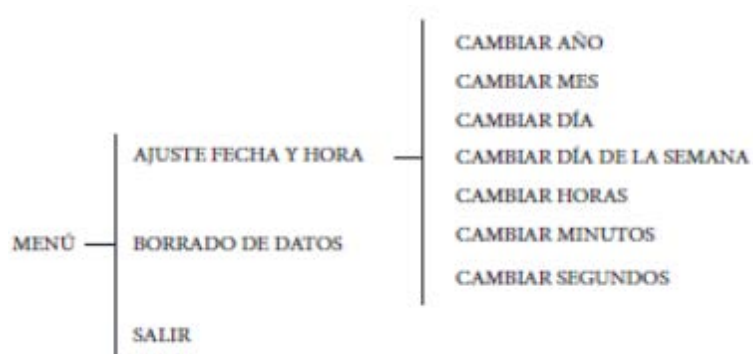


Figura 8.2 - Esquema del menú de configuración de Screen Boo

9. Conclusiones y líneas de investigación futura

Ha continuación se redactan las conclusiones del proyecto y unas líneas de investigación futura.

9.1. Conclusiones

En este PFC, se ha realizado el diseño de un producto electrónico, en colaboración con estudiantes del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Zaragoza. El objetivo del sistema electrónico consiste en reducir el consumo de agua en colegios, tratando de concienciar a los niños de la importancia de no malgastar el agua.

El diseño del producto electrónico en colaboración con diseñadores, tenía como objetivo simular el trabajo de una empresa real en la colaboración entre distintos departamentos. Dentro de la colaboración se realizaron numerosas reuniones, en las cuales se compartieron conocimientos de las distintas ramas y se sentaron las bases del sistema electrónico a desarrollar.

En las primeras fases, se ha realizado un estudio previo donde se han analizado los diferentes sensores, con los que detectar la presencia de agua, así como distintas formas de alimentar el producto. Durante la colaboración con los diseñadores, se realizaron una serie de presentaciones con el fin de defender el trabajo realizado en cada fase.

En la fase final, se ha obtenido un prototipo funcional del sistema electrónico en placas de prototipado, simulando el gasto de agua mediante interruptores y LED de colores para los distintos estados del producto. También se han diseñado las distintas PCB que componen el sistema electrónico. Para ello se han seguido los objetivos de bajo coste y bajo consumo, además de seguir unas especificaciones de diseño, y las restricciones impuestas por la forma y tamaño de la estructura de los productos. Se decide simular el sistema de detección de agua para simplificar el desarrollo del producto, puesto que el diseño estructural del mismo no se encuentra fabricado en su totalidad.

A nivel personal, durante el desarrollo de este proyecto he aprendido a trabajar en equipo con compañeros de otras titulaciones. Además, he adquirido nuevos conocimientos en programación y en comunicación inalámbrica, ya que esto último no se estudia en la carrera.

9.2. Líneas de futuro

Dentro de las líneas de mejora del sistema electrónico, encontramos

- Fabricar una estructura funcional de Booby Boo, y realizar las pruebas pertinentes en su entorno de uso.
- Realizar la comunicación inalámbrica con módulos *bluetooth* para conectar los productos a dispositivos móviles, con el consiguiente desarrollo de una aplicación para estos dispositivos.
- Realizar una interfaz web del producto donde comparar los resultados obtenidos entre distintos colegios
- Mejorar el diseño del producto principal mediante la inclusión de una turbina a la toma de agua para proporcionar una fuente de energía alternativa y un control del consumo de agua más preciso

Anexo A -Programación del producto

En este anexo se encuentran los diagramas de flujos de la programación y el código empleado.

1. Booby Boo

A continuación se muestran los diagramas de flujo y el código empleado para la programación de Booby Boo.

1.1. Diagrama de flujo

En la figura A.1 se muestran los diagramas de flujo empleados para realizar el código del producto principal.

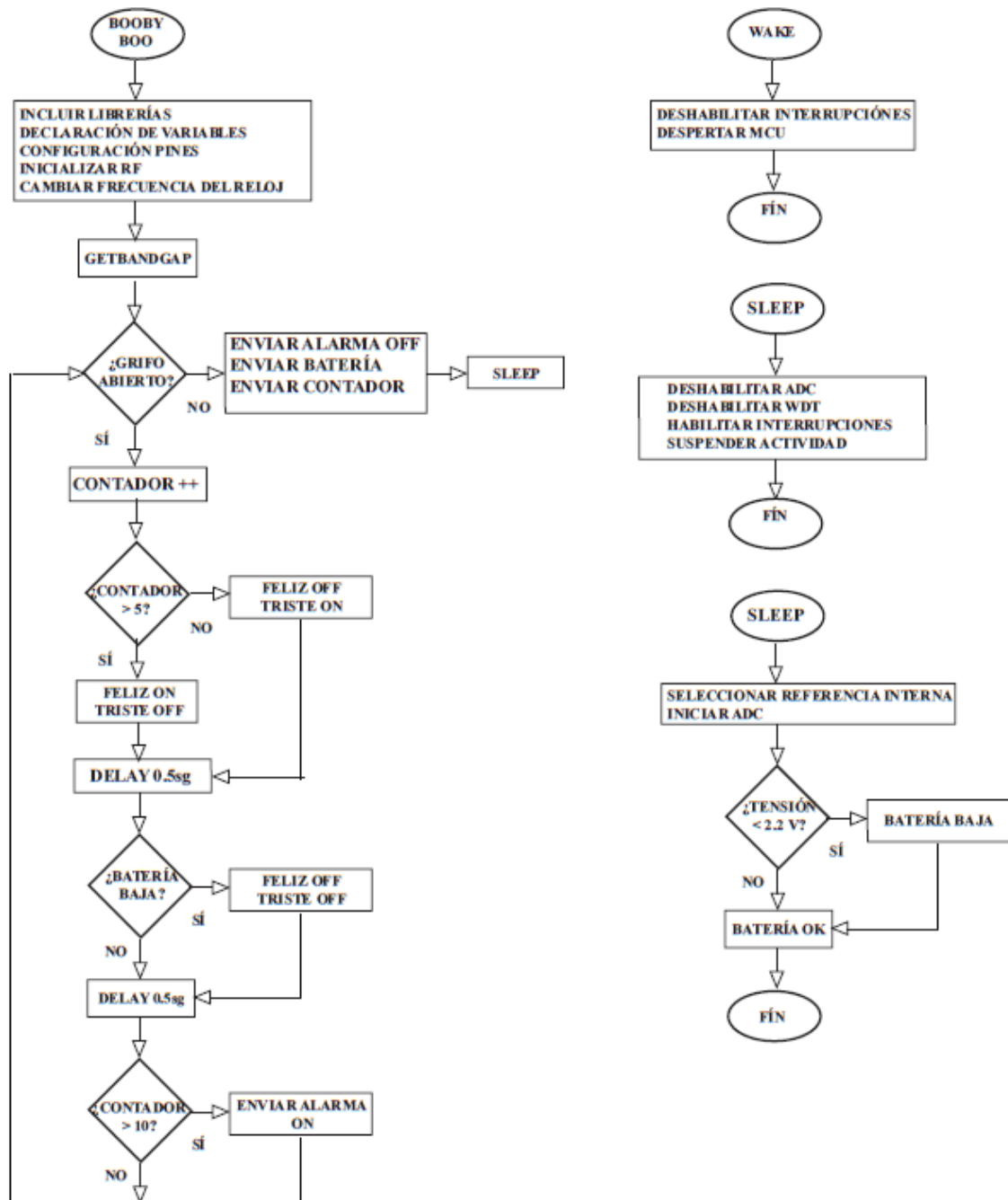


Figura A. 1 – Diagrama de flujo de Booby Boo

1.2. Código

```
1  /*****  
2  // Proyecto: Booby Boo  
3  // Autor: Héctor Rillo Bautista  
4  // Titulación: Ingeniería Industrial Técnica Esp. Electrónica Industrial  
5  // Fecha: Mayo 2014  
6  *****/  
7  
8  // Libraries  
9  #include <avr/interrupt.h>  
10 #include <avr/power.h>  
11 #include <avr/sleep.h>  
12 #include <avr/io.h>  
13 #include <VirtualWire.h>  
14  
15 // Prescaler  
16 #define CLOCK_PRESCALER_2    (0x1)    //    8MHz  
17 #define CLOCK_PRESCALER_4    (0x2)    //    4MHz  
18 #define CLOCK_PRESCALER_8    (0x3)    //    2MHz  
19 #define CLOCK_PRESCALER_16   (0x4)    //    1MHz  
20 #define CLOCK_PRESCALER_32   (0x5)    // 500KHz  
21 #define CLOCK_PRESCALER_64   (0x6)    // 250KHz  
22 #define CLOCK_PRESCALER_128  (0x7)    // 125KHz  
23 #define CLOCK_PRESCALER_256  (0x8)    // 62.5KHz  
24  
25 // Escoger la frecuencia del reloj interno del uC  
26 #define    CLOCK_PRESCALE_DEFAULT    CLOCK_PRESCALER_2  
27  
28 // Declaración de variables  
29 int Alarma = 0;  
30 boolean alarma = false;  
31 int BateriaBaja = 0;  
32 boolean bateriabaja = false;  
33 int Tiempo = 0;  
34 char DatosEnviarMsg[22];  
35 const int voltage_minimo = 220;  
36 int lectura;  
37 int contador = 0;  
38 const int contador_limite = 15;  
39 int i;  
40 int pinFeliz = 6;  
41 int pinTriste = 5;  
42 int rele_reed = 2;  
43  
44 void setup () {  
45  
46     // Habilitar pines como entrada o salida  
47     pinMode(pinFeliz,OUTPUT);  
48     pinMode(pinTriste,OUTPUT);  
49     pinMode(rele_reed,INPUT);  
50  
51     // VirtualWire setup  
52     vw_setup(2000); // Bits per sec  
53     vw_set_tx_pin(7); // Set the Tx pin. Default is 12  
54  
55     // Cambio de Clock  
56     setPrescale();  
57 }  
58  
59 void loop () {  
60  
61     if (voltage_minimo >= getBandgap()) {  
62         bateriabaja = true;  
63         BateriaBaja = 1;  
64     }  
65 }
```

```

66     else {
67         BateriaBaja = 0;
68         bateriabaja = false;
69     }
70
71     lectura = digitalRead(rele_reed);
72     if (lectura == LOW) {
73
74         /* Si la señal de entrada esta activa, el agua corre y comienza el
75            contador y la iluminación */
76         if (contador >= 6){
77             analogWrite (pinFeliz,0); //PWM LED's Verdes OFF
78             analogWrite (pinTriste,255/20); //PWM LED's Rojos  ON
79             delay(500);
80             contador++;
81         }
82
83     else {
84         analogWrite (pinFeliz,255/20); //PWM LED's Verdes ON
85         analogWrite (pinTriste,0); //PWM LED's Rojos  OFF
86         delay(500);
87         contador++;
88     }
89
90     /* Si el tiempo activo es superior a un determinado valor se activa la
91        alarma */
92     if ((contador >= contador_limite)) {
93         Alarma = 1;
94         if (alarma == false) {
95             alarma = true;
96             Tiempo = 0;
97             sprintf(DatosEnviarMsg, "%d,%d,%u", Alarma, BateriaBaja, Tiempo);
98             vw_send((uint8_t *)DatosEnviarMsg, strlen(DatosEnviarMsg));
99             vw_wait_tx();
100             delay(40);
101         }
102     }
103
104     /* Si el nivel de bateria es bajo se apagan los LED's */
105     if (bateriabaja == true) {
106         analogWrite (pinFeliz,0);
107         analogWrite (pinTriste,0);
108         delay(500);
109     }
110     else delay(500);
111 }
112
113 else{
114     analogWrite (pinFeliz,0);
115     analogWrite (pinTriste,0);
116
117     // Envío de datos a la pantalla
118     Alarma = 0;
119     alarma = false;
120     Tiempo = contador;
121     sprintf(DatosEnviarMsg, "%d,%d,%u", Alarma, BateriaBaja, Tiempo);
122     vw_send((uint8_t *)DatosEnviarMsg, strlen(DatosEnviarMsg));
123     vw_wait_tx();
124     delay(40);
125
126     // Borrado de los datos enviados
127     memset(DatosEnviarMsg, 0, sizeof(DatosEnviarMsg));
128     contador = 0;
129     Tiempo = 0;
130     sleepNow();
131 }
132 }
133

```

```

134  /* Función para activar el modo Power Down del MCU */
135
136 void sleepNow(void) {
137
138     // Apagar ADC
139     ADCSRA = 0;
140
141     set_sleep_mode (SLEEP_MODE_PWR_DOWN);
142     sleep_enable();
143
144     // Inhabilitar interrupciones antes de entrar en modo sleep
145     noInterrupts ();
146
147     // Asociar interrupción a pin D2
148     attachInterrupt (0, wake, LOW);
149
150     // Apagar brown-out enable
151     MCUCR = bit (BODS) | bit (BODSE);
152     MCUCR = bit (BODS);
153
154     // Habilitar interrupción antes de entrar en modo sleep.
155     interrupts ();
156     sleep_cpu ();
157 }
158
159 /* Función para despertar al MCU */
160
161 void wake(void) {
162
163     // Cancelar sleep como precaución
164     sleep_disable();
165
166     // Se debe hacer desasociar la interrupción por si el pin esta un rato LOW
167     detachInterrupt(0);
168 }
169
170 /* Función para detectar el voltaje de la línea VCC mediante el
171    convertidor ADC */
172
173 int getBandgap () {
174
175     const long InternalReferenceVoltage = 1062;
176
177     // REFS0 : Seleccionar AVcc como referencia externa
178     // MUX3 MUX2 MUX1 : Seleccionar 1.1V (VBG)
179     ADMUX = _BV (REFS0) | _BV (MUX3) | _BV (MUX2) | _BV (MUX1);
180     ADCSRA |= _BV( ADSC );
181
182     // Esperar hasta que la conversión este completa
183     while (ADCSRA & _BV (ADSC)) { }
184     int results = (((InternalReferenceVoltage * 1024) / ADC) + 5) / 10;
185     return results;
186 }
187
188 /* Función para cambiar el reloj interno del MCU */
189
190 void setPrescale() {
191
192     /* Establecer el Prescale es un evento de tiempo, lo que significa
193        que dos instrucciones del MCU deben ejecutarse entre pocos ciclos
194        de reloj */
195
196     // Para asegurar un evento de tiempo, primero se apagan las interrupciones
197     cli();
198
199
200     // Habilitar el cambio. Se escribe el bit de CLKPCE a uno y todos los demás
201     a cero. En cuatro ciclos de reloj, se vuelve ha habilitar el CLKPR de nuevo

```

```

202     CLKPR = _BV(CLKPCE);
203
204     // Cambio de la división del reloj. Se escribe los bits CLKPS0..3, mientras
205     el bit CLKPE está puesto a cero
206     CLKPR = CLOCK_PRESCALE_DEFAULT;
207
208     // Habilitar interrupciones
209     sei();
210     /* Para tener operaciones del ADC (Analog to Digital Converter) más rápidas
211        (y aún así fiables), cuando se modifica el registro prescale,
212        también es necesario modificar el ADC_Clk_prescale en el registro ADCSRA
213        */
214
215     // Recomendado: 50KHz < ADC_Clk < 200KHz
216     #if CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_1
217     #define ADC_SPEED 7 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 128 => 125KHz
218     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_2
219     #define ADC_SPEED 6 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 64 => 125KHz
220     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_4
221     #define ADC_SPEED 5 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 32 => 125KHz
222     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_8
223     #define ADC_SPEED 4 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 16 => 125KHz
224     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_16
225     #define ADC_SPEED 3 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 8 => 125KHz
226     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_32
227     #define ADC_SPEED 2 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 4 => 125KHz
228     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_64
229     #define ADC_SPEED 1 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 2 => 125KHz
230     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_128
231     #define ADC_SPEED 0 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 1 => 125KHz
232     #elif CLOCK_PRESCALE_DEFAULT == CLOCK_PRESCALER_256
233     #define ADC_SPEED 0 //ADC_Clk = F_CPU_Pre / 1 => 62.5KHz
234     #endif
235
236     ADCSRA = ( 0x80 | ADC_SPEED); // Activa ADC y modifica ADC_Clk
237 }

```

2. Screen Boo

A continuación se muestran los diagramas de flujo y el código empleado para la programación de Screen Boo.

2.1. Diagrama de flujo

Desde la figura A.2 a la figura A.7 se muestran los diagramas de flujo empleados para realizar el código de Screen Boo.

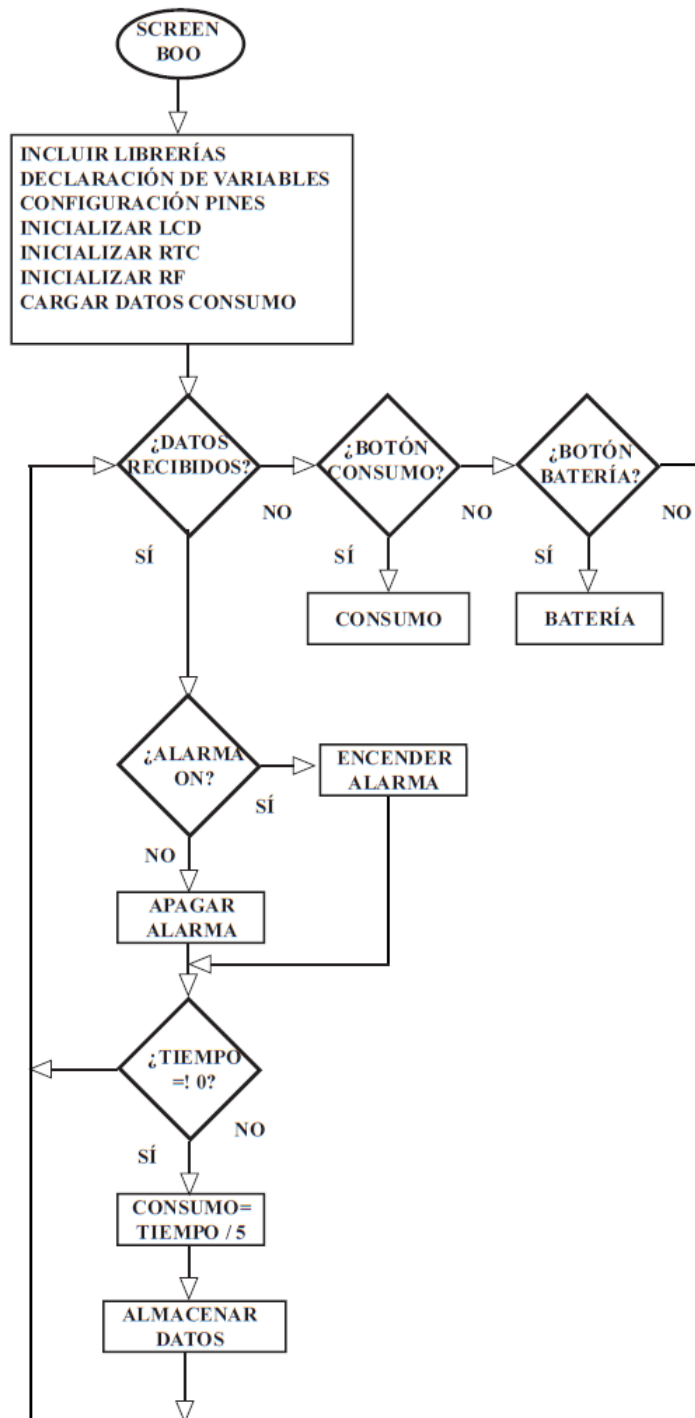


Figura A. 2- Diagrama de flujo de Screen Boo Parte 1

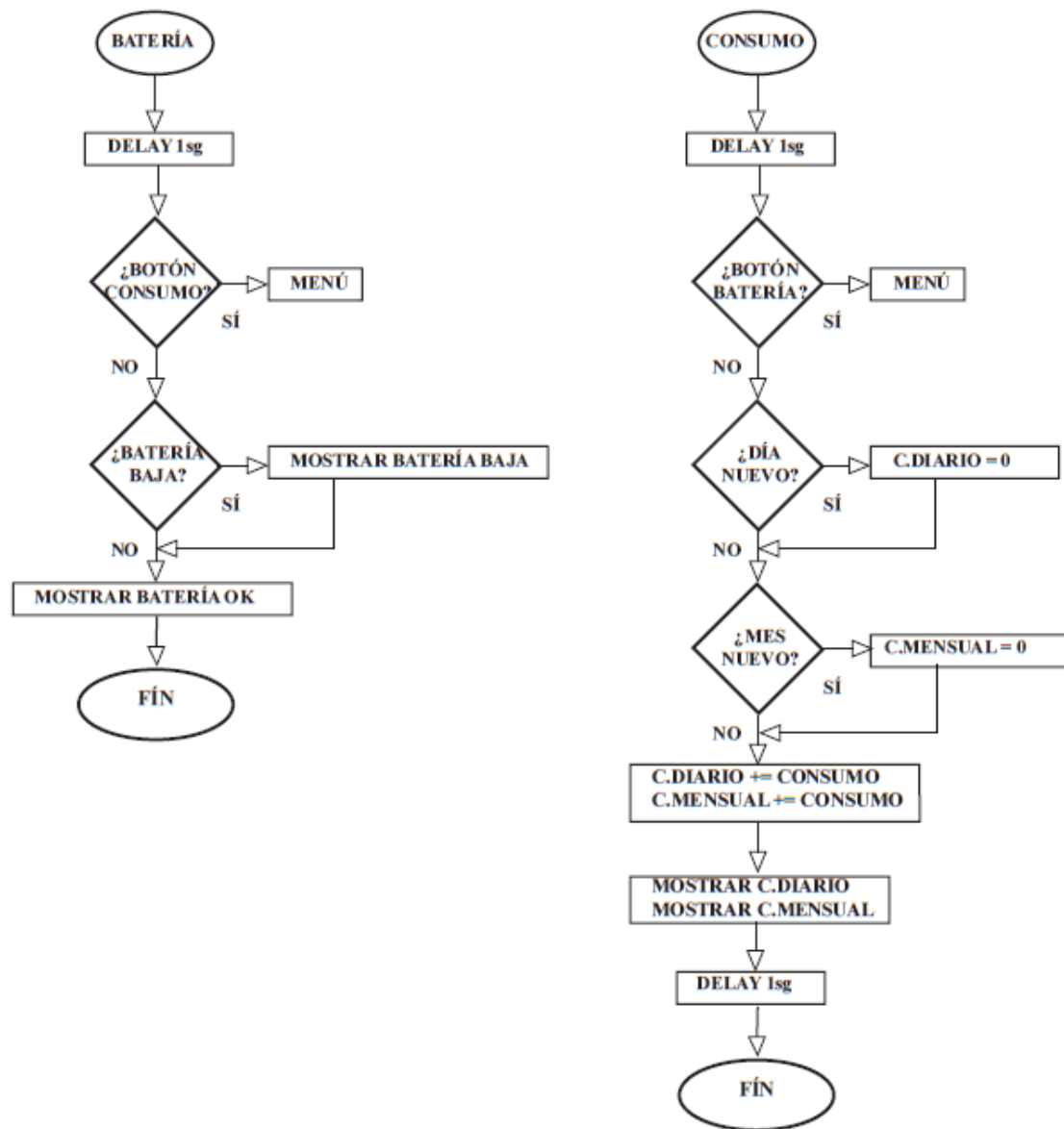


Figura A. 3- Diagrama de flujo de Screen Boo parte 2

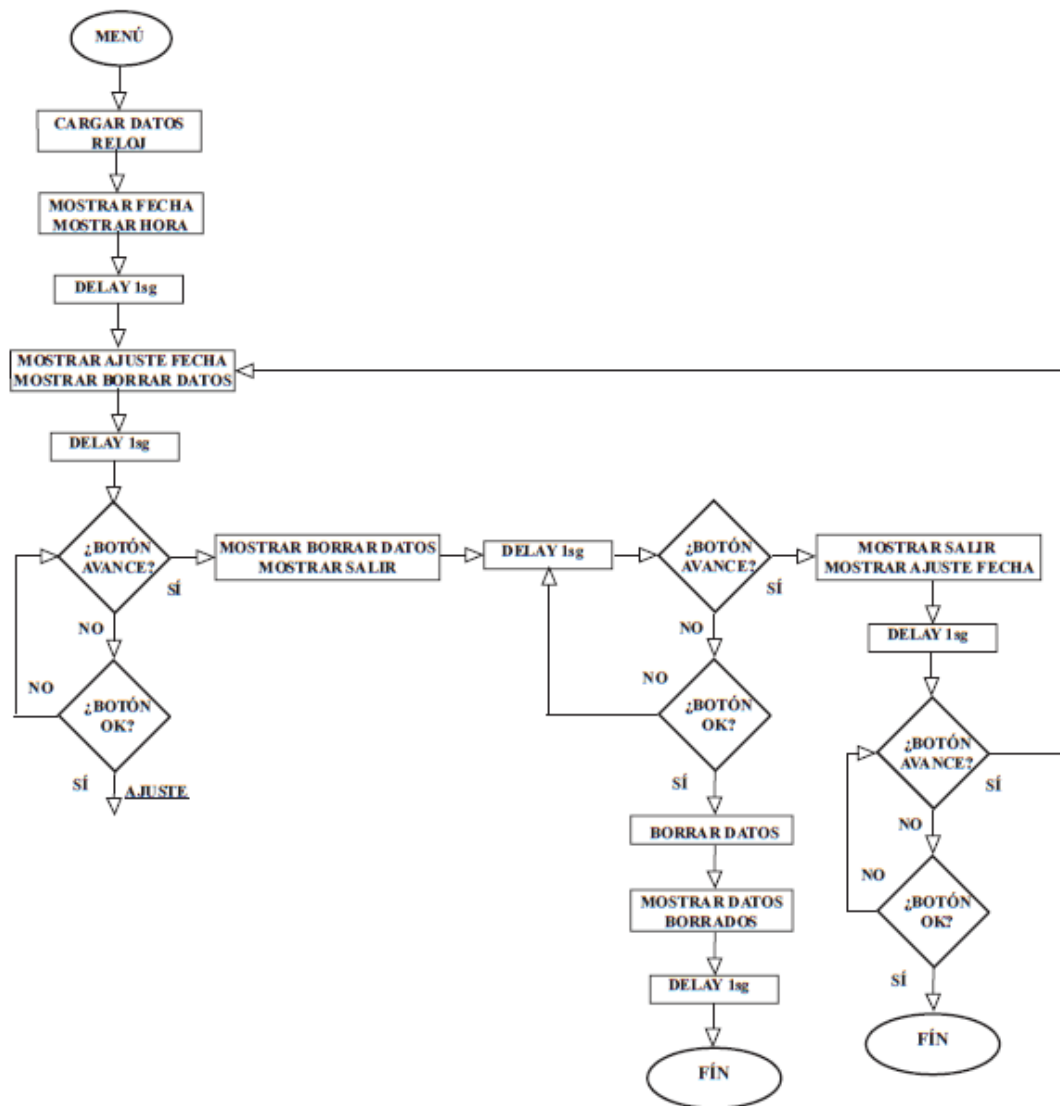


Figura A. 4 - Diagrama de flujo de Screen Boo parte 3

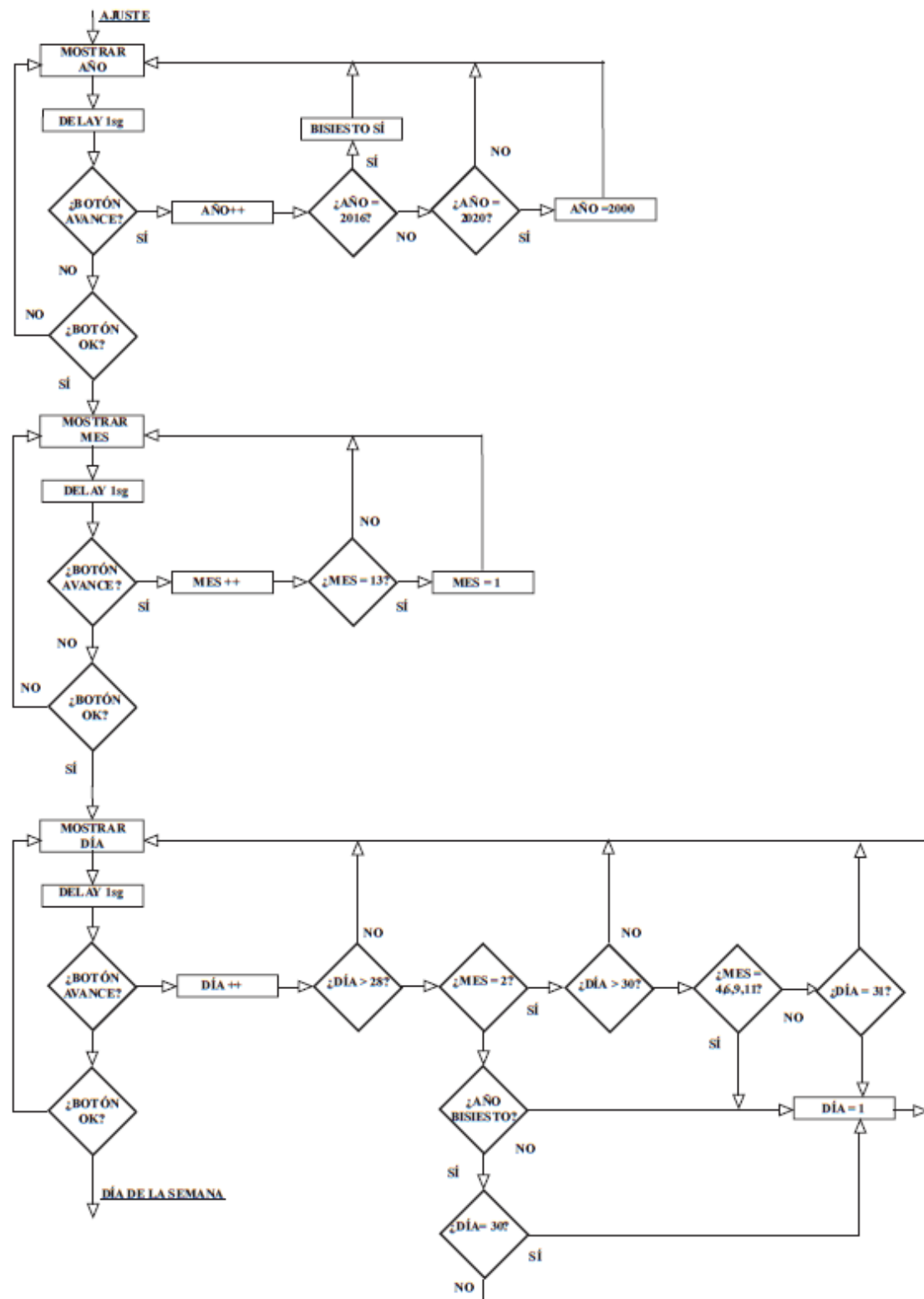


Figura A. 5 - Diagrama de flujo de Screen Boo parte 4

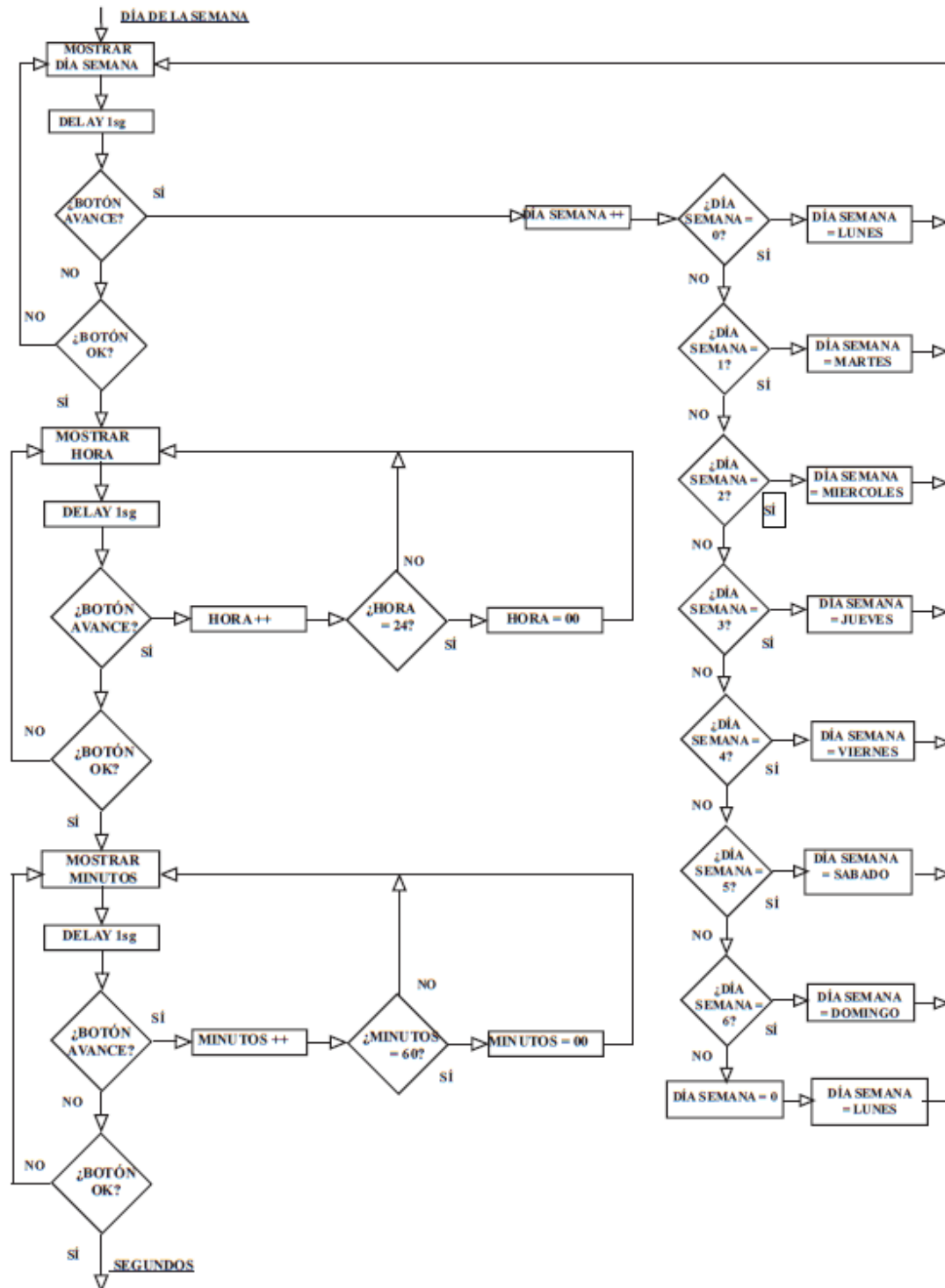


Figura A. 6 - Diagrama de flujo de Screen Boo parte 5

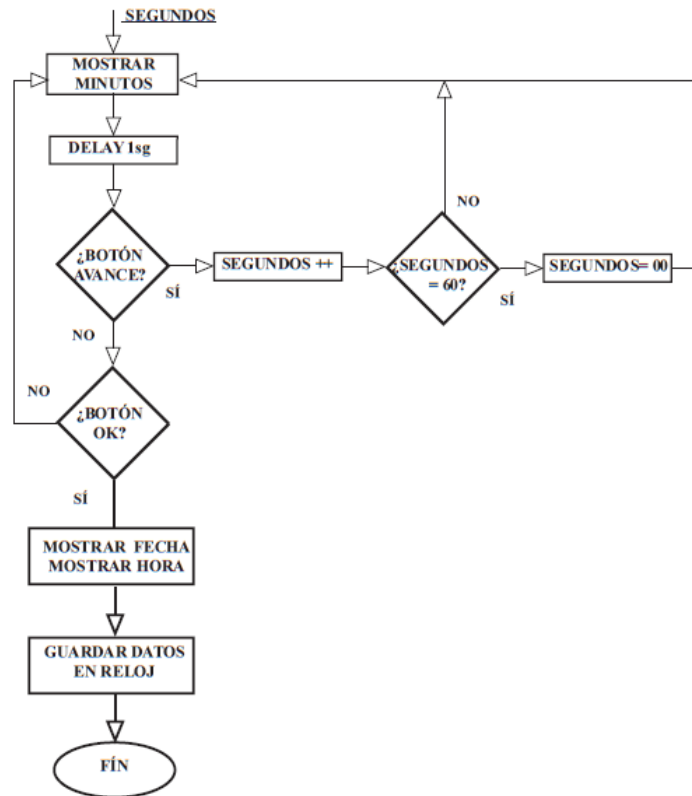


Figura A. 7 - Diagrama de flujo de Screen Boo parte 7

2.2. Código

```

1  /*****
2  // Proyecto: Screen Boo
3  // Autor: Héctor Rillo Bautista
4  // Titulación: Ingeniería Industrial Técnica Esp. Electrónica Industrial
5  // Fecha: Mayo 2014
6  *****/
7
8
9  // Datos guardados en EEPROM para controlar el consumo de agua
10 struct DATOS {
11     float diario;
12     float mensual;
13     boolean usable;
14 };
15
16
17 union MEMORIA {
18     DATOS dato;
19     byte b[sizeof(DATOS)];
20 }
21 miMemoria;
22
23 #include <EEPROM.h>
24 #include <VirtualWire.h>
25 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
26 #include <Wire.h>
27 #include "DS1307.h"
28 #define address 0
29 DS1307 clock;

```

```

30
31
32 // Dirección de memoria 0x20 para la pantalla
33 LiquidCrystal_I2C lcd(0x20,20,4);
34
35 // Declaración de variables
36 long lectura;
37 int Alarma;
38 boolean alarma = false;
39 int BateriaBaja;
40 boolean bateriabaja = false;
41 int Tiempo;
42 int consumo = 1;
43 int bateria = 0;
44 char DatosRecibidos[22];
45 int altavoz = 6;
46 boolean inicio = false;
47 boolean diaNuevo = false;
48
49 void setup() {
50
51     // Inicialización del RTC
52     clock.begin();
53     clock.getTime()
54     /* Si es la primera vez que se inicializa el reloj se pone a una hora
55        predeterminada */
56     if ((clock.year + 2000) == 2000){
57         clock.fillByYMD(2014,3,13);
58         clock.fillByHMS(15,28,30);
59         clock.fillDayOfWeek(THU);
60         clock.setTime();//Escribir tiempo en el RTC chip
61     }
62
63     // Definición de pin
64     pinMode(altavoz,OUTPUT);
65     pinMode(consumo,INPUT);
66     pinMode(bateria,INPUT);
67
68     // Inicialización RF
69     vw_set_ptt_inverted(true);
70     vw_setup(2000);
71     vw_set_rx_pin(3);
72     vw_rx_start();
73
74     // Inicialización y escritura de mensaje en LCD
75     lcd.init();
76     lcd.backlight();
77     lcd.setCursor(0,0);
78     lcd.print("ScreenBoo 1.1.0");
79     lcd.setCursor(4,1);
80     lcd.print("03/04/14");
81     delay(1000);
82     lcd.noBacklight();
83     lcd.clear();
84
85     // Cargar datos consumo
86     for( int i=0 ; i<sizeof(DATOS) ; i++ ) {
87         miMemoria.b[i] = EEPROM.read( address+i );
88     }
89     /* Se comprueba que se hayan podido leer los datos (que no se haya leído
90        basura) */
91     if( miMemoria.dato.usable != true ) {
92         miMemoria.dato.diario = 0.0;
93         miMemoria.dato.mensual = 0.0;
94         miMemoria.dato.usable = true;
95     }
96 }
97

```

```

98 void loop() {
99
100     uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
101     uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
102     while( (vw_have_message() == 0) ) {
103         if (digitalRead(bateria) == 0) nivelBateria();
104         if (digitalRead(consumo) == 0) Consumo();
105     }
106
107     // Comprobación datos recibidos
108     if (vw_get_message(buf, &buflen)) {
109         int i;
110         for (i = 0; i < buflen; i++) {
111             DatosRecibidos[i]=char(buf[i]);
112         }
113
114         // Convierte una cadena en una matriz
115         sscanf(DatosRecibidos, "%d,%d,%u",&Alarma, &BateriaBaja,&Tiempo);
116
117         // Borrado de los datos recibidos en la cadena
118         memset(DatosRecibidos, 0, sizeof(DatosRecibidos));
119
120         if (Alarma != 0) analogWrite(altavoz,255/20); // Encender altavoz
121         else digitalWrite(altavoz,0); // Apagar altavoz
122     }
123 }
124 /* Función que muestra por pantalla si el nivel de la pila es
125    correcto o hay que cambiarla */
126
127 void nivelBateria () {
128
129     if (digitalRead(bateria) == LOW) {
130         delay(1000);
131         if (digitalRead(consumo) == LOW) {
132             ponerHora();
133         }
134         else{
135
136             if (BateriaBaja != 0) bateriabaja = true;
137             else bateriabaja = false;
138
139             // Mostrar por pantalla
140             if (bateriabaja == false) {
141                 lcd.clear();
142                 lcd.backlight();
143                 lcd.setCursor(0,0);
144                 lcd.print("Bateria OK");
145                 delay(1000);
146                 lcd.noBacklight();
147             }
148             else{
149                 lcd.clear();
150                 lcd.backlight();
151                 lcd.setCursor(0,0);
152                 lcd.print("Bateria Baja");
153                 lcd.setCursor(1,1);
154                 lcd.print("Cambiar Baterias");
155                 delay(1000);
156                 lcd.noBacklight();
157             }
158         }
159     }
160     lcd.clear();
161 }
162
163 /* Función que muestra por pantalla el consumo diario y mensual de agua */
164
165 void Consumo() {

```

```

166 if (digitalRead(consumo) == LOW) {
167     delay(1000);
168     if (digitalRead(bateria) == LOW) {
169         ponerHora();
170     }
171     else {
172
173 // Conversión de tiempo a volumen
174     if (Tiempo != 0){
175         for( int i=0 ; i<sizeof(DATOS) ; i++ ) {
176             miMemoria.b[i] = EEPROM.read( address+i );
177         }
178         clock.getTime();
179         if ((clock.dayOfMonth == 1) && (inicio == false)) {
180             miMemoria.dato.diario = 0.0;
181             miMemoria.dato.mensual = 0.0;
182             inicio = true;
183         }
184         if ((clock.second >= 0) && (clock.minute >= 0) && (clock.hour == 8) &&
185 (diaNuevo == false)) {
186             miMemoria.dato.diario = 0.0;
187             diaNuevo = true;
188         }
189         if (clock.hour >= 9) diaNuevo = false;
190         if (clock.dayOfMonth >= 2) inicio = false;
191
192         miMemoria.dato.diario += (Tiempo / 5.0);
193         miMemoria.dato.mensual += (Tiempo / 5.0);
194     }
195
196 // Se guardan los datos en la memoria EEPROM:
197     for( int i=0 ; i<sizeof(DATOS) ; i++ ) {
198         EEPROM.write( address+i , miMemoria.b[i] );
199     }
200     Tiempo = 0;
201 }
202
203 // Salida por pantalla del consumo estimado
204 lcd.clear();
205 lcd.backlight();
206 lcd.setCursor(0,0);
207 lcd.print("Diario");
208 lcd.setCursor(10,0);
209 lcd.print(miMemoria.dato.diario);
210 lcd.setCursor(15,0);
211 lcd.print("L");
212 lcd.setCursor(0,1);
213 lcd.print("Mensual");
214 lcd.setCursor(10,1);
215 lcd.print(miMemoria.dato.mensual);
216 lcd.setCursor(15,1);
217 lcd.print("L");
218 delay(1000);
219 lcd.noBacklight();
220 delay(40);
221 }
222 }
223 lcd.clear();
224 }
225
226 /* Función para poner en hora el reloj o borrar los datos de consumo de la
227 memoria*/
228
229 void ponerHora() {
230
231 // Recopilación de variables necesarias
232 int avanzar = bateria;
233

```

```

234     int ok = consumo;
235     clock.getTime();
236     int segundos = clock.second;
237     int minutos = clock.minute;
238     int horas = clock.hour;
239     int mes = clock.month;
240     int dia = clock.dayOfMonth;
241     int anno = clock.year;
242     char diaSemana = clock.dayOfWeek;
243     int DiaSemana = 0;
244     boolean bisiesto = false;
245     int inAjuste = 0;
246     int Yes = 0;
247
248     // Comienzo del menu de ajuste
249     lcd.clear();
250     lcd.backlight();
251     lcd.setCursor(0,0);
252     lcd.print("Hora");
253     lcd.setCursor(8,0);
254     if(horas <= 9) lcd.print(0);
255     lcd.print(horas);
256     lcd.print(":");
257     if(minutos <= 9) lcd.print(0);
258     lcd.print(minutos);
259     lcd.print(":");
260     if(segundos <= 9) lcd.print(0);
261     lcd.print(segundos);
262
263     lcd.setCursor(0,1);
264     lcd.print("Fecha");
265     lcd.setCursor(6,1);
266     if(dia <= 9) lcd.print(0);
267     lcd.print(dia);
268     lcd.print("/");
269     if(mes <= 9) lcd.print(0);
270     lcd.print(mes);
271     lcd.print("/");
272     lcd.print("20");
273     lcd.print(anno);
274     delay(3000);
275
276 inicioAjuste:
277
278     lcd.clear();
279     lcd.setCursor(0,0);
280     lcd.print("Ajustar Fecha");
281     lcd.setCursor(0,1);
282     lcd.print("Resetear Datos");
283     delay(40);
284     while ((digitalRead(avanzar) != 0) or (digitalRead(ok) != 0)) {
285         if (digitalRead(avanzar) == 0) {
286             delay(100);
287             lcd.clear();
288             lcd.setCursor(0,0);
289             lcd.print("Resetear Datos");
290             lcd.setCursor(0,1);
291             lcd.print("Salir");
292             delay(40);
293             goto reset;
294         }
295
296         if (digitalRead(ok) == 0) {
297
298             // Ajustar año
299             lcd.clear();
300             lcd.setCursor(0,1);
301             lcd.print("Anno");

```

```

302     delay(200);
303     while (digitalRead(ok) != 0) {
304         lcd.setCursor(12,1);
305         lcd.print("20");
306         lcd.print(anno);
307         if (digitalRead(avanzar) == LOW) anno++;
308         if (anno >= 20) anno = 0;
309         if (anno == 16) bisiesto = true;
310         else bisiesto = false;
311         delay(100);
312     }
313
314     // Ajustar mes
315     lcd.clear();
316     lcd.setCursor(0,1);
317     lcd.print("Mes");
318     delay(200);
319     while (digitalRead(ok) != 0) {
320         lcd.setCursor(14,1);
321         if(mes <= 9) lcd.print("0");
322         lcd.print(mes);
323         if (digitalRead(avanzar) == LOW) mes++;
324         if (mes >= 13) mes = 1;
325         delay(200);
326     }
327
328     // Ajustar dia
329     lcd.clear();
330     lcd.setCursor(0,1);
331     lcd.print("Dia");
332     delay(200);
333     while (digitalRead(ok) != 0) {
334         lcd.setCursor(14,1);
335         if(dia <= 9) lcd.print("0");
336         lcd.print(dia);
337         if (digitalRead(avanzar) == LOW) dia++;
338         if (dia >= 32) dia = 1;
339         if ((mes == 2) && (dia >= 29) && (bisiesto == false)) dia = 1;
340         if ((mes == 2) && (dia >= 30) && (bisiesto == true)) dia = 1;
341         if (((mes == 4) or (mes == 6) or (mes == 9) or (mes == 11)) && (dia >=
342 31)) dia = 1;
343         delay(200);
344     }
345
346     // Ajustar Dia Mes
347     lcd.clear();
348     lcd.setCursor(0,0);
349     lcd.print("Dia de la Semana");
350     delay(200);
351     while (digitalRead(ok) != 0) {
352         lcd.setCursor(13,1);
353         switch (DiaSemana) {
354             case 0:
355                 diaSemana = MON;
356                 lcd.print("Lun");
357                 break;
358             case 1:
359                 diaSemana = TUE;
360                 lcd.print("Mar");
361                 break;
362             case 2:
363                 diaSemana = WED;
364                 lcd.print("Mie");
365                 break;
366             case 3:
367                 diaSemana = THU;
368                 lcd.print("Jue");
369                 break;

```



```

370         case 4:
371             diaSemana = FRI;
372             lcd.print("Vie");
373             break;
374         case 5:
375             diaSemana = SAT;
376             lcd.print("Sab");
377             break;
378         case 6:
379             diaSemana = SUN;
380             lcd.print("Dom");
381             break;
382     }
383     if (digitalRead(avanzar) == LOW) DiaSemana++;
384     if (DiaSemana >= 7) DiaSemana = 0;
385     delay(200);
386 }
387
388 // Ajustar hora
389 lcd.clear();
390 lcd.setCursor(0,1);
391 lcd.print("Hora");
392 delay(200);
393 while (digitalRead(ok) != 0) {
394     lcd.setCursor(14,1);
395     if(horas <= 9) lcd.print("0");
396     lcd.print(horas);
397     if (digitalRead(avanzar) == LOW) horas++;
398     if (horas >= 24) horas = 0;
399     delay(200);
400 }
401
402 // Ajustar minutos
403 lcd.clear();
404 lcd.setCursor(0,1);
405 lcd.print("Minutos");
406 delay(200);
407 while (digitalRead(ok) != 0) {
408     lcd.setCursor(14,1);
409     if(minutos <= 9) lcd.print("0");
410     lcd.print(minutos);
411     if (digitalRead(avanzar) == LOW) minutos++;
412     if (minutos >= 60) minutos = 0;
413     delay(200);
414 }
415
416 // Ajustar Segundos
417 lcd.clear();
418 lcd.setCursor(0,1);
419 lcd.print("Segundos");
420 delay(200);
421 while (digitalRead(ok) != 0) {
422     lcd.setCursor(14,1);
423     if(segundos <= 9) lcd.print("0");
424     lcd.print(segundos);
425     if (digitalRead(avanzar) == LOW) segundos++;
426     if (segundos >= 60) segundos = 0;
427     delay(200);
428 }
429 goto final;
430
431 }
432 }
433
434 reset:
435
436 while ((digitalRead(avanzar) != 0) or (digitalRead(ok) != 0)) {
437     if (digitalRead(avanzar) == 0) {

```

```

438     delay (100);
439     lcd.clear();
440     lcd.setCursor(0,0);
441     lcd.print("Salir");
442     lcd.setCursor(0,1);
443     lcd.print("Ajustar Fecha");
444     delay(40);
445     goto salir;
446 }
447 if (digitalRead(ok) == 0) {
448
449     miMemoria.dato.diario = 0.0;
450     miMemoria.dato.mensual = 0.0;
451     miMemoria.dato.usable = true;
452
453     // Se guardan los datos en la memoria EEPROM:
454     for( int i=0 ; i<sizeof(DATOS) ; i++ ) {
455         EEPROM.write( address+i , miMemoria.b[i] );
456     }
457     delay (100);
458
459     lcd.clear();
460     lcd.setCursor(0,0);
461     lcd.print("Datos Borrados");
462     delay(500);
463
464     goto final;
465 }
466 }
467
468
469 salir:
470
471 while ((digitalRead(avanzar) != 0) or (digitalRead(ok) != 0)) {
472     if (digitalRead(avanzar) == 0) {
473         delay(100);
474         goto inicioAjuste;
475     }
476     if (digitalRead(ok) == 0) goto final;
477 }
478
479 final:
480
481 //Visualizar hora
482 lcd.clear();
483 lcd.setCursor(0,0);
484 lcd.print("Hora");
485 lcd.setCursor(8,0);
486 if(horas <= 9) lcd.print(0);
487 lcd.print(horas);
488 lcd.print(":");
489 if(minutos <= 9) lcd.print(0);
490 lcd.print(minutos);
491 lcd.print(":");
492 if(segundos <= 9) lcd.print(0);
493 lcd.print(segundos);
494
495 // Visualizar fecha
496 lcd.setCursor(0,1);
497 lcd.print("Fecha");
498 lcd.setCursor(6,1);
499 if(dia <= 9) lcd.print(0);
500 lcd.print(dia);
501 lcd.print("/");
502 if(mes <= 9) lcd.print(0);
503 lcd.print(mes);
504 lcd.print("/");
505 lcd.print("20");

```

```
506     lcd.print(anno);
507     delay(1000);
508     lcd.noBacklight();
509     lcd.clear();
510
511     // Carga datos a la RTC
512     clock.fillByYMD(anno,mes,dia);
513     clock.fillByHMS(horas,minutos,segundos);
514     clock.fillDayOfWeek(diaSemana);
515     clock.setTime();//write time to the RTC chip
516
517 }
```

Anexo B – Brief del Proyecto

En este anexo se encuentra el brief empleado para la realización del proyecto

PRODUCTO ELECTRÓNICO

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Comunicación

Asignaturas: METODOLOGÍA DE DISEÑO / LABORATORIO DE DISEÑO ELECTRÓNICO

4º CURSO 2012-13

1er. CUATRIMESTRE

Duración del proyecto: aprox. 14 semanas.

1. Descripción del proyecto:

Existen actualmente en el mercado múltiples productos electrónicos diseñados para diferentes usos. Generalmente, consisten en aplicaciones más o menos complejas de dispositivos electrónicos que encuentran su funcionalidad dependiendo de su entorno de aplicación y necesidades de usuario. Existen diferentes tipos de mercados con múltiples sectores, pudiendo encontrar desde productos muy sencillos y simples hasta los muy sofisticados y cargados de funciones con aplicación profesional.

El éxito de estos productos radica generalmente en la versatilidad que ofrece el amplio desarrollo electrónico, pudiendo dotar a los productos actuales de funciones que no se pueden conseguir con otras tecnologías, el uso de baterías, pantallas, memorias, sistemas de navegación, procesadores, etc... permite hacer combinaciones para conseguir aplicaciones específicas que solo dependen del uso y su entorno, pudiendo encontrar productos para exterior e interior e incluso para utilización en condiciones extremas.

El punto en común de estos productos es el aprovechamiento de una determinada tecnología y el tipo de usos y usuarios a los que van dirigidos, pero el rango de precios, calidad de acabados, prestaciones, etc.; es muy amplio. Además, existe una cierta dificultad por parte del usuario de conocer todo el rango de productos existentes, elegir el más adecuado a sus necesidades y aprender su modo de uso; en parte, este problema se acentúa por la inexistencia de un carácter en los productos que ayude a diferenciar e identificar unas tipologías respecto a otras.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

El entorno de uso puede ser muy variado e incluir entornos públicos, privados, domésticos, laborales, profesionales, aficionados, etc. El producto a diseñar puede incluir todas las funciones necesarias para la consecución del beneficio principal, y/o funcionar en relación a otros equipos.

El proyecto implica la realización de un análisis en profundidad de la tecnología, las posibles tipologías de producto, los tipos de entorno, situaciones de uso y usuarios, así como de las posibles funciones a desarrollar por el producto y su utilidad para el usuario, tratando de conseguir conclusiones que produzcan CONCEPTOS CREATIVOS, ALTERNATIVOS E INNOVADORES, MÁXIME CONSIDERANDO QUE EL SECTOR AL QUE SE DESTINA EL PRODUCTO ES EMERGENTE Y SOMETIDO A UNA RÁPIDA EVOLUCIÓN.

Es necesario para el buen desarrollo del proyecto realizar profundos análisis del usuario, los posibles entornos de uso, verificaciones dimensionales de los objetos, y definir adecuadamente los modos de relación producto / usuario, derivados del diseño del interfaz y la estructura del árbol de funciones organizadas en el posible menú o menús del producto (alto orden / alta complejidad).

En el desarrollo del producto trabajarán conjuntamente equipos de diseñadores y electrónicos, que tendrán que colaborar en todas las fases. Los electrónicos tendrán que realizar un estudio profundo de las tecnologías electrónicas disponibles y sus potenciales funcionalidades, aportando al equipo un panorama de posibilidades que encauce la evolución de los conceptos de producto que se vayan desarrollando. Posteriormente, el avance en los conceptos de diseño y el desarrollo de las soluciones electrónicas deberá estar perfectamente acompasados para que el trabajo dé como resultado un producto viable.

2. Objetivos del proyecto:

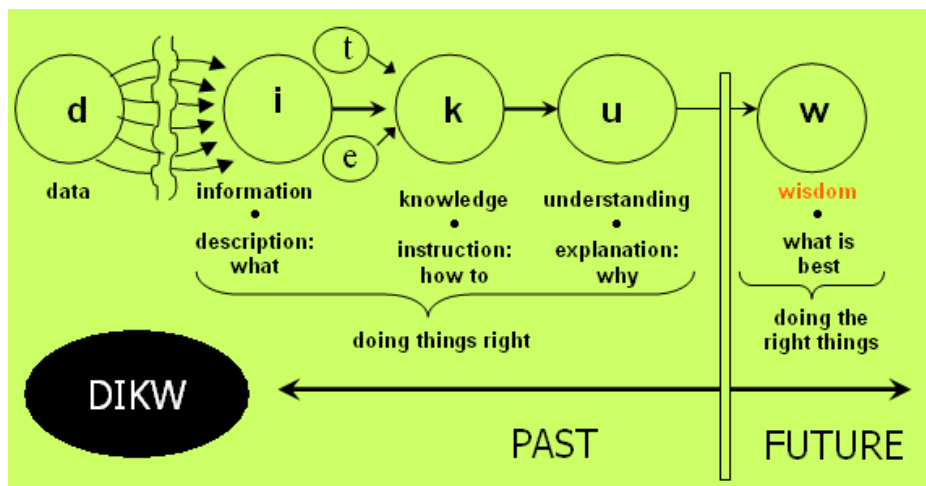
(Algunos objetivos son específicos de diseñadores o electrónicos)

- 1) Realizar la planificación del proyecto; reflexionar y aplicar un plan claro y estructurado, en el que se detallen las fases a realizar, documentos que se incluyen en cada fase y un calendario a seguir para conseguir el resto de los objetivos.
- 2) Realizar una descripción y definición de producto previa a la realización de las fases conceptuales, antes de comenzar con los bocetos. Se trata de un documento en el que se analiza alguna o varias de las tipologías de producto, sus funciones, sus componentes y ensamblajes, cómo son los accionamientos durante su uso, etc.
- 3) Definir la función principal (y secundarias en caso de haberlas). Dicha función, que tiene condicionantes particulares a cada uno de los productos, será definida por los propios estudiantes en el planteamiento de proyecto, la descripción detallada de esta función incluirá el entorno de utilización.
- 4) Ubicar y definir el producto en un entorno o situación de uso y relacionarlo con un tipo de usuario. Buscar rasgos que definan y personalicen el producto de forma que exista un segmento de mercado en el cual se pueda comercializar de forma adecuada.
- 5) Analizar la viabilidad de producción y montaje de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- 6) Desarrollar habilidades y actitudes profesionales a través del trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares
- 7) Realizar las investigaciones necesarias sobre las tecnología electrónicas aplicables en el producto.
- 8) Aprender el uso de herramientas informáticas de desarrollo electrónico y habilidades de montaje, que serán necesarias para realizar el diseño, simulación, montaje, verificación, puesta a punto del prototipo electrónico que se integrará en el producto final.

3. Ámbito del proyecto:

Se busca **reducir el consumo energético en diversos escenarios**. Se considera energía tanto el consumo eléctrico (iluminación, electrodomésticos, dispositivos electrónicos, etc.), consumo de combustibles tipo gas/gasoil (climatización, cocina) y consumo de agua.

Existen diversas estrategias: mejorar la eficiencia de las cargas que consumen energía, gestionar automáticamente el uso de dichas cargas (domótica) o la concienciación del consumidor. En principio se persigue esta última estrategia en la que mediante los datos (d) e información (i) se crea un conocimiento (k) en las personas que provoca un entendimiento (u) del efecto que la gestión energética tiene a diferentes niveles: económico, medioambiental, etc. Este entendimiento es el que posibilita la generación de una sabiduría (w) con un impacto hacia futuro.



Escenarios:

1. *Uso de la electricidad (equipamiento en laboratorios, PCs, iluminación, climatización) en un gran edificio público como la universidad.*
Aspectos claves: diversidad de usuarios (profesores, estudiantes) que no paga por la energía usada, escenarios (laboratorios, aulas, despachos), cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
2. *Uso de agua en gran edificio público como la universidad*
Aspectos claves: diversidad de usuarios que no paga por el agua, cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
3. *Uso del agua y electricidad (equipamiento, iluminación, climatización) en habitaciones de hoteles.*
Aspectos claves: clientes que dentro del precio de la habitación pagan por la energía independientemente de lo que gasten, escenarios (montaña, playa, etc.)
4. *Uso del agua en domicilios particulares*

Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan el agua de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, etc. y que pagan por el agua usada

5. *Uso de electricidad asociado a climatización y equipamiento (electrodomésticos, iluminación, ocio, etc.) en domicilios particulares*

Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan la energía de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, preferencias de temperatura, etc. y que pagan por la energía usada

6. *Uso de la electricidad asociado a climatización y equipamiento (dispositivos electrónicos, iluminación, etc.) en comercio*

Aspectos claves: diversidad de comercios que paga por la energía que consume

4. Fases de desarrollo del proyecto:

Al final del documento figura un calendario con las fechas aproximadas de fases y eventos.

1ª fase: Planificación del proceso, búsqueda de información, análisis y generación de conceptos.

Durante esta fase los estudiantes deberán planificar el desarrollo del proyecto y realizar un calendario o diagrama de tiempos que marque las fases a cumplir.

Equipos de diseño: Oficina Técnica con un Director de Proyecto.

Los estudiantes de diseño se organizarán en equipos, cada uno de los cuales deberá ser capaz de proponer un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Cada equipo nombrará un miembro director.

Equipos de electrónica: Oficina Técnica con método Defensor de la Idea.

Los estudiantes de electrónica se organizarán en equipos, pero cada uno de sus miembros colaborará con un equipo de diseño en la fase conceptual, y participará en la propuesta de un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Dentro del equipo de electrónicos, sus miembros podrán colaborar entre sí, intercambiar información, etc. respecto a los proyectos en que participan cada uno de ellos.

Todo el proyecto se realizará mediante el trabajo en equipo; haciendo puestas en común de toda la información en reuniones en las que se analice, critique y contraste la información para concluir en ideas básicas para su posterior desarrollo. En esta fase de análisis se realizará como mínimo una investigación de mercado y su segmentación, y un análisis de gamas y líneas de producto hasta disponer de un mínimo de tres conceptos de producto de los que seleccionar y proponer un concepto viable. Se deben desarrollar una o varias fases creativas utilizando diferentes técnicas.

En el desarrollo de conceptos es indispensable tener en cuenta los requisitos de producto, el interfaz o comunicación producto-usuario, la ergonomía, la secuencia de uso y todos los análisis realizados previamente; se realizará un análisis formal en el que se estudiará la semántica y valores semióticos, el simbolismo, sus cualidades de percepción y el valor que presenta el producto, prestando especial atención al modo en que se pueden sugerir los valores deseados y evitar los no deseados.

En este análisis es necesario hacer una revisión de la evolución del producto en el mercado, de posibles productos análogos o relacionados y la tendencia estética actual en su propio sector y sectores relacionados.

Los electrónicos realizarán una investigación sobre tecnologías electrónicas, tanto hardware como software) aplicables a los conceptos, considerando la viabilidad de su desarrollo. Esta investigación incluirá la búsqueda de componentes en el mercado, fundamentando criterios de selección en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, precio, etc. Toda esta información se irá poniendo en común con los diseñadores, para que así se vayan concretando las posibles ideas de producto de manera que sean coherentes con las tecnologías electrónicas aplicables. El objetivo es que cada concepto pueda ofrecerse con, al menos, una solución electrónica viable.

Como parte y motor de la investigación cada equipo de electrónicos desarrollará como experimento un circuito sencillo (Pequeño Proyecto Electrónico), desde la especificación hasta la implementación de un prototipo en placa de circuito impreso.

Al final de esta fase los equipos presentarán conjuntamente las conclusiones de su estudio. Los diseñadores propondrán una serie de opciones conceptuales para el desarrollo del producto, y los electrónicos expondrán los recursos electrónicos utilizables, su función, posibilidades y limitaciones, así como los componentes concretos disponibles. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

2ª fase: Selección de proyectos y reconfiguración de equipos.

De cada escenario se seleccionará un único producto por parte de los profesores, valorando el grado de innovación y creatividad y su potencial de viabilidad y aplicación, pudiendo contar con la opinión y participación de otros expertos, que aportarán el punto de vista del cliente. Los proyectos seleccionados recibirán, lógicamente, una mejor evaluación.

A partir de la selección de proyectos:

- Los proyectos seleccionados en cada escenario serán desarrollados hasta el nivel de prototipo funcional por el equipo de diseño que los haya presentado junto al equipo de electrónicos que trabajaba en ese escenario. La dirección de la parte electrónica será asumida por el miembro del equipo que colaboró inicialmente en la propuesta del concepto.
- Los proyectos no seleccionados serán desarrollados por el equipo de diseño únicamente a nivel conceptual.

3ª fase: Desarrollo de las alternativas seleccionadas.

Cada proyecto será desarrollado en su totalidad, continuando este desarrollo a través de bocetos más elaborados y que muestren la evolución funcional y la exploración formal; en esta fase se evaluarán tanto el razonamiento para la consecución de la función como las alternativas formales que pueden ayudar a cumplir mejor esta función.

Se debe desarrollar un mapa de menús que permita verificar el correcto funcionamiento del interfaz y la comunicación producto / usuario.

Es recomendable que se explore formalmente con volúmenes sencillos realizados en espuma de poliestireno (u otros materiales como plastilina, barro, etc.) el uso y la ergonomía de producto, reflejando las conclusiones en el dossier de presentación. Este estudio también será formal y se relacionará con los bocetos realizados.

Se deberán solucionar las características técnicas del producto y definir con precisión los procesos productivos y materiales a utilizar en su fabricación.

Paralelamente, se desarrollará el sistema electrónico mediante herramientas de simulación y con montajes reales, explorando a fondo sus funciones y restricciones. Será el momento de seleccionar los componentes concretos que mejor se ajusten a las necesidades. Estos desarrollos serán debidamente documentados con descripciones escritas, esquemas de circuito y simulaciones comentadas, y tendrán como resultado el montaje y puesta a punto de un prototipo en placa blanca.

Al final de esta fase se dará por cerrada la especificación de la parte electrónica para poder encargar los componentes definitivos y abordar el diseño de la placa de circuito impreso.

4ª fase: Desarrollo final y presentación.

La alternativa final será desarrollada en su totalidad, produciendo los dibujos o ilustraciones de presentación, descripción de las secuencias de menús, planos acotados, modelos o maquetas de presentación, necesarios para facilitar la total comprensión del diseño realizado. Como parte de esta tarea se deberán solucionar las características técnicas del producto, que incluyen las especificaciones del sistema electrónico que integrará, y que habrán sido acordadas entre los dos equipos.

En el caso de los grupos seleccionados para construir el prototipo, los electrónicos terminarán el desarrollo del sistema electrónico y el diseño de la placa de circuito impreso (PCB) para enviarla a fabricar. Posteriormente tendrán que montar y soldar los componentes y poner a punto el prototipo definitivo en PCB. A continuación se pasará a su integración en la maqueta del producto.

En la última semana los equipos presentarán conjuntamente el producto desarrollado, que incluirá, en su caso, una demostración del prototipo construido. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

5. Otros requisitos del proyecto:

- Definir tipo de alimentación del producto. Sistemas de conexión / desconexión y puesta en funcionamiento.
- Definir las características de seguridad y regulación según el caso.
- Definir posibles accesorios cuando sea necesario.
- Los materiales deben seleccionarse de acuerdo a los requerimientos de uso, funcionamiento, seguridad y a la estética desarrollada, se valorará el correcto uso y selección de los materiales respecto a su precio y respeto al medioambiente.
- Los materiales elegidos deberán satisfacer la función y cumplir con los requisitos especificados por el alumno.
- El producto puede constar de diferentes acabados.
- El producto puede tener cualquier tamaño dentro de unas dimensiones definidas por el sentido común y verificado por medio de tablas antropométricas.
- El conjunto debe ser definido para una única función principal y específica y entorno de uso.

6. Evaluación del proyecto:

En el presente proyecto se evaluarán los siguientes aspectos:

(Algunos de los ítems son específicos de diseñadores o de electrónicos).

1ª FASE

- Realización de calendario y cumplimiento.
- Documentación inicial.
- Grado de profundización en la búsqueda de información.
- Clasificación y análisis de la documentación.
- Conclusiones del análisis de la documentación.
- Conclusiones del estudio ergonómico, de uso y funcional.
- Adecuación de las soluciones electrónicas propuestas.
- Calidad del Pequeño Proyecto Electrónico.
- Presentación de grupo.

2ª FASE

- Definición de cada uno de los conceptos.
- Bocetos de concepto.
- Maquetas de estudio o volúmenes.
- Análisis formal y su relación con la función definida.
- Clasificación y selección de conceptos.
- Valoración de la elección del concepto en cuanto a su nivel de innovación y su viabilidad.
- Presentación gráfica, de volumen y verbal.

3ª FASE

- Especificaciones de diseño de producto, EDP del concepto desarrollado.
- Desarrollo del concepto elegido: Desarrollo de menús, funcional y formal.
- Desarrollo final, justificación y realización de la presentación.
- Elección de procesos productivos y materiales.
- Desarrollo del circuito electrónico.
- Diseño de la placa de circuito impreso.
- Puesta a punto del prototipo electrónico.

4ª FASE Y PRESENTACION FINAL

- Bocetos de desarrollo.
- Nivel de evolución de los conceptos reflejado en los bocetos.
- Presentación de la documentación.
- Capacidad explicativa de la presentación final.
- Medios utilizados en la presentación final.
- Calidad de la interacción entre diseñadores y electrónicos.

7. Calendario aproximado de desarrollo del proyecto:

Semana	Fecha	Fase	Descripción
1	17-sep	1	Planificación del proceso, búsqueda de información, análisis y generación de conceptos.
	12-oct		Pilar
5	15-oct		1ª Reunión diseñadores-electrónicos. Planificación.
10	19-nov	2	Presentación (tres conceptos). Selección de proyectos y reconfiguración de equipos.
10	19-nov	3	Desarrollo de las alternativas seleccionadas.
12	10-dic		Especificación electrónica cerrada
	30-nov	4	Desarrollo final y presentación.
	21-dic		Navidad
16	14-ene		Presentación final

Las fechas corresponden al lunes de la semana correspondiente. En negrita se destaca el comienzo de cada fase.

Anexo C – Ahorro de agua en edificios públicos, Dossier Fase 3 Reducido

En el siguiente documento se encuentra descrita parte del trabajo realizado por el equipo de diseñadores con los que se desarrolla el producto. Entre otras cosas, se encuentra redactado un análisis estructural, formal y funcional del producto desarrollado.



AHORRO DE AGUA en edificios públicos

FASE 3 VERSIÓN REDUCIDA



Índice

Fase 3	01
1. Especificaciones de Diseño	03
2. Producto Seleccionado	05
3. Descripción del Producto Desarrollado	06
4. Análisis Estructural	09
5. Análisis funcional	15
6. Análisis formal	16
7. Análisis pragmático-sintáctico-semantico	18
8. Análisis de materiales y procesos	19
9. Secuencia de ensamblaje	23
10. Secuencia de instalación	24
16. Secuencia de uso	25
17. Imagen gráfica	29
20. Planos	36



1. Especificaciones de Diseño

1. ÁMBITO

El proyecto consiste en el diseño y desarrollo de un accesorio para el desagüe de servicios infantiles en edificios públicos siendo todo ello electrónico.

El producto ayuda a concienciar a los usuarios contra malgasto de agua, para que sean conscientes de este mal uso y ahorren agua durante su transcurso en los colegios, pudiendo aplicar este aprendizaje en el hogar.

El producto radica en una la instalación de un desagüe que avisa al niño cuando esta utilizando más agua de la debida con un mensaje claro y conciso.

2. NORMATIVA

Las normas que el producto debe cumplir son las siguientes:

UNE-EN 274-1:2002

Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 1: Requisitos.

UNE-EN 274-2:2002

Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 274-3:2002

Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 3: Control de calidad.

3. INFORMACIÓN GENERAL

3.1 Necesidades del cliente y expectativas razonables

El producto deberá cumplir su función principal concienciar al niño para el ahorro de agua en el edificio público.

Para ello, se debe crear un producto que consiga llamar la atención del niño y que este cumpla lo requerido. Se deberá trabajar sobre todo en la forma del producto y como interactúa con el usuario electrónicamente.

3.2 Descripción de usuarios

Los usuarios principales son niños en colegios. Para poder captar la atención de estos se deberá hacer un objeto llamativo y divertido que les invite a hacer caso a las indicaciones del producto y aprendan que el agua es un bien que debe consumirse con moderación, y si no hacen el buen uso del agua sus acciones tienen unas consecuencias.

4. REQUISITOS

4.1. Críticos

4.1.1 Funciones

Como ya se ha nombrado el producto deberá concienciar al niño del uso del agua en el colegio. Además deberá aprender que sus malos actos tienen una consecuencia directa.

La utilización de piezas para la instalación será totalmente normalizada de acuerdo con los lavabos actuales.

4.1.2 Usuarios

En cuanto al usuario beneficiario principal, los niños, el producto debe adaptarse a sus características físicas y cognitivas. Además debe ser atractivo visualmente e identificable por dicho usuario. El producto además debe captar su atención siendo llamativo y atractivo visualmente.

El rango de exigencia que implique el producto se debe adaptar al usuario.

4.1.3 Ergonomía

El juguete debe estar ergonómicamente adaptada al usuario tanto antropométricamente como biomecánicamente. Deberá tenerse en cuenta la posición del niño a la hora de utilizar el lavabo con el fin de colocar el producto a la altura adecuada, es decir, en su punto de mira o campo de visión.

4.1.4 Estructura morfológica

El producto debe estar constituido por el menor número de piezas posible. La totalidad de las piezas que formen el juguete deben tener la forma y el tamaño necesario para que no pueda ocasionar daños al niño. Además constará de un alto grado de estancamiento ya que el producto constará de electrónica en el interior del producto, en ningún momento el contacto del producto con el agua producirá riesgo para el niño. Asimismo deberá adecuarse a los aspectos ergonómicos y al entorno al que va destinado.

La instalación del producto será solo apta para personal responsable, ya que por motivos de seguridad en un establecimiento público el producto estará estanco en el entorno de uso para evitar posibles robos o mal uso.



Especificaciones de Diseño

4.1.5 Interfaz

La interfaz que tenga el producto debe ser comprensible por los usuarios beneficiarios, adaptándose por tanto a sus características. Asimismo deberá ayudar a entender el correcto uso del producto.

4.1.6 Factores estéticos

Estéticamente, el dispositivo estará acorde con el entorno y el usuario hacia el que va dirigido, en cuanto a colores y acabados. Se tendrá en cuenta además las tendencias actuales y las líneas estéticas adecuadas.

4.1.7 Materiales

Los componentes que van a estar en contacto con el niño deben estar fabricados de materiales los cuales no le supongan ningún perjuicio, además de ser estancos para que el agua no entre a los componentes electrónicos. Además el producto debe poder desinstalarse y limpiarse siempre y cuando sea necesario.

El material o producto no se deteriorará con facilidad con el agua, por el uso al que va dirigido.

4.1.8 Fabricación

El producto se podrá fabricar en serie, además se elegirá el proceso de fabricación que al menor coste, sea el proceso más fiable.

4.1.9 Medio Ambiente

Todos los aspectos relacionados con el producto deberán ser lo más respetuosos posible con el medio ambiente, durante la selección de materiales y el proceso de fabricación.

4. REQUISITOS

4.2. Deseables

4.2.1 Funciones

Se intentará que el producto tenga la mayor expresividad posible al hora de enviar el mensaje, y el niño lo comprenda mejor derivando en una mejor actuación por parte de este.

4.2.2 Estructura morfológica

Se intentará realizar la máxima adaptación del producto al desagüe de los lavabos actuales, cubriendo toda línea de diámetros, en caso de que no este normalizado.

4.2.3 Materiales

En el caso de que sea posible el producto estará fabricado con el mínimo número de materiales que sea posible.



2. Producto Seleccionado

El concepto que ha sido seleccionado para seguir con el desarrollo del producto corresponde con la alternativa 3.

Pero se ha impuesto una restricción funcional. Ya que el dispositivo debe transmitir algún dato a otro dispositivo externo. Por lo tanto durante el desarrollo del producto deberá pensarse en esta nueva función.



Descripción

“Monstruo del lavabo” planteado para entornos educativos y usuarios de pequeña edad. Este personaje les indica cuando hacen un mal uso del agua.

Desarrollo

Desde la fase conceptual, se ha cambiado la forma en que el monstruo traga el agua, y se ha eliminado la idea de que corte el caudal. Además se han definido sus componentes.

Componentes

Sensor de humedad: Registra la presencia de agua.

Indicador luminoso: Muestra una cara triste o contenta, dependiendo del buen o mal uso.

Batería: Alimenta el arduino y los indicadores luminosos.

Microcontrolador: Procesa los datos necesarios. Como entrada de datos tiene el sensor de humedad, y actúa sobre los led.

Sistema de anclaje: Evita su sustracción o su posible robo.

Conexiones entre todos los elementos.

Funcionamiento/Uso

El producto se instala en el desagüe de un lavabo, y está en reposo hasta que detecta un flujo de agua. En ese momento empieza a contar el tiempo o la cantidad de agua que circula por el desagüe y se ve una expresión contenta en el rostro del muñeco.

Conforme se va gastando demasiada agua, el monstruo va tornando su expresión a una de tristeza. Esto es porque es una expresión fácilmente identificable por un niño de que se está haciendo algo mal, y debe cerrar el grifo.

¿Por qué ahorra?

Porque enseña al niño a cerrar el grifo cuando ha gastado demasiada. Esto puede ser beneficioso incluso después en su casa, cuando de manera automática apague el grifo cuando no lo necesite.



3. Descripción del Producto Desarrollado

Función principal:

Concienciar sobre el uso del agua.

Usuario beneficiario:

Niños de colegios infantiles y de primaria (4 - 12 años aproximadamente).

Entorno de uso:

Desagües de pilas de baños de colegios.

Aspectos formales:

Se han creado tres personajes infantiles con el fin de que estos empaticen con el usuario y de este modo hacer el producto más eficiente y lúdico.

Secuencia de uso:

Al detectarse que se ha abierto el grifo el muñeco mostrará una sonrisa a través de unos leds. Si ha pasado un tiempo preestablecido y el grifo sigue abierto el muñeco pasa a tener una cara que muestra disconformidad indicándole de este modo al usuario que debe cerrar el grifo.





Descripción del Producto Desarrollado

Funcionamiento:

FUNCIÓN PRINCIPAL

GRUPOS FUNCIONALES

FUNCIONES DE SEGUNDO ORDEN

COMPONENTES SELECCIONADOS

Concienciar sobre
el uso del agua

Funcionamiento
electrónico

Seguridad antirrobo

Anclaje en pila

Inicio del circuito

Contador del tiempo
que cae agua

Iluminación

Alimentación

Rebosadero

Boya

Imanes de contacto

Sensor de temperatura

Microprocesador

LED's

Cavidades con una determinada sección

Pilas

Secciones roscadas

Secciones de diferentes diámetros

Secciones roscadas

Secciones de diferentes diámetros

Apoyos estancos



Descripción del Producto Desarrollado

Función principal:

Mostrar el estado de la pila y el consumo de cada bicho, así como mostrar el consumo total.

Usuario beneficiario:

Encargado de mantenimiento y/o profesores del centro educativo.

Entorno de uso:

Paredes del baño donde estén instalados los dispositivos.

Secuencia de uso:

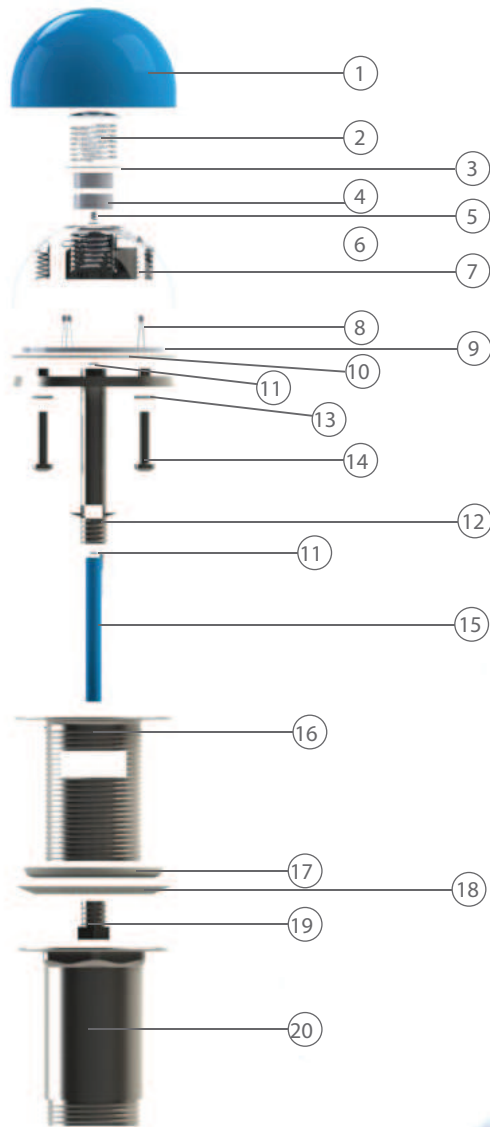
En la pantalla hay dos botones cuyo funcionamiento es el siguiente:

- Consumo pila: al prestar se muestra el consumo de la pila de cada dispositivo. Se debe pulsar tantas veces como dispositivos haya.
- Consumo de agua: este botón funciona de manera análoga al anterior, pero además muestra el consumo acumulado por todos los dispositivos.





4. Análisis Estructural



MARCA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN PRINCIPAL	ANCLAJE	MATERIAL	PLANO
1	Funda	Protección Interacción usuario	Encaje	Silicona	
2	Tapón superior	Cerrar alojamiento pilas	Asentamiento Rosca	Polipropileno	
3	Juanta A	Protección	Aislamiento	Silicona	
4	Pilas	Alimentación	Asentamiento	Comercial	
5	Muelle	Facilita extracción pilar	Soldado	Comercial	
6	Contacto pilas	Alimentación	Adhesivo		
7	Carcasa superior	Forma producto Alojamiento dispositivos	Asentamiento Tornillería	Polipropileno	
8	Led's	Iluminación	Soldados	Comercial	
9	Placa base	Instalación dispositivos electrónicos	Asentamiento Tornillería		
10	Arandela elástica	Protección	Aislamiento	DIN 125 M4	
11	Imán	Activación circuito	Adesivo		
12	Carcasa inferior	Unión y soporte piezas	Rosca	Acero inoxidable	
13	Junta C	Protección	Asentamiento	Silicona	
14	ISO 7045 M4x20	Anclaje	Tornillería	Comercial	
15	Boya	Activación circuito	Encaje	Poliestireno	
16	Embellecedor	Unión desagüe	Rosca	Acero inoxidable	
17	Goma 1	Protección	Encaje	Silicona	
18	Goma 2	Protección	Encaje	Silicona	
19	Tapón inferior	Anclaje antirrobo	Rosca	Acero inoxidable	
20	Conector tubería	Unión desagüe	Rosca	Acero inoxidable	



Análisis Estructural

7

CARCASA SUPERIOR



La carcasa superior es una de las piezas más importante y complejas que conforman el producto.

Solicitaciones técnicas-funcionales:

- Debe contener un alojamiento para situar las pilas. Asimismo en el punto donde apoyan las pilas posee una pequeña hendidura en la que apoya la placa necesaria para transmitir la corriente.
- Contiene las cavidades que forman la "sonrisa" y el "malestar". Además a estas se les ha dado una profundidad para que la luz de los led's se concentre en ese espacio y así se transmita la forma deseada al exterior.
- La zona del diámetro mayor de la carcasa, que debe encajar con la carcasa superior tiene un perfil escalado para que ambas encajen perfectamente. Además hacen que los dispositivos internos estén más protegidos.
- Posee dos cavidades circulares roscadas para alojar los dos tornillos roscados que unen la carcasa inferior, la placa base y la carcasa superior.

Además debe integrar las zonas detalladas de manera que sea agradable estética y visualmente.

12

CARCASA INFERIOR



La carcasa inferior es también una de las piezas más críticas del producto. Sus solicitudes funcionales-técnicas son las siguientes:

- Debe encajar como se ha explicado anteriormente con la carcasa superior, a través de un perfil escalonado.
- En su parte inferior posee una sección circular la cual sirve de guía a la boya. Por tanto también contiene una hendidura en la que situar el imán que hace contacto con imán situado en la boya los cuales activan el circuito. El tramo final de esta sección circular está roscado ya que como veremos posteriormente se rosca al embellecedor para que de este modo no pueda ser robado el dispositivo.
- En la zona justo anterior a la rosca posee unas pestañas para que cuando se rosque la pieza hagan tope el embellecedor y no permitan rosar más.



Análisis Estructural

16

EMBELLECEDOR



El embellecedor es una de las piezas más importantes dentro del producto, ya que repercute directamente tanto en la parte estética del producto como en la parte puramente funcional.

Estéticamente su parte superior es la parte del desagüe visible para el usuario. Y a nivel funcional los aspectos más relevantes son los siguientes:

- Contiene una zona que actúa de rebosadero. En dicho rebosadero se acumula el agua para que de este modo se eleve la boya y active el circuito.
- El rebosadero tiene roscado el diámetro interior, para que este se una con la carcasa superior, ayudando de este modo a que el producto no pueda ser robado.
- El diámetro exterior de la pieza está roscado para que pueda ser roscado al conector de la tubería y de esta manera unir el producto a la pila.

19

TAPÓN INFERIOR



La función del tapón inferior es hacer que no pueda robarse el producto. Por ello va roscado en el interior de la sección circular de la carcasa inferior. Esta sección a su vez va roscada exteriormente al rebosadero. Gracias a este conjunto de piezas roscadas y al diámetro del tapón el producto este instalado no puede ser robado.



Análisis Estructural

15

BOYA



La boya como ya se ha explicado indirectamente al detallar otras piezas está situada entre la cavidad circular de la carcasa inferior y el rebosadero, de este modo cuando el rebosadero está lleno la boya asciende y hace que el imán que posee en su parte superior active el circuito electrónico.

11

IMÁN

La función del imán es activar el circuito electrónico. Para ello deben haber dos imanes en el producto. Uno de ellos está situado en la parte superior de la boya, la cual se explica posteriormente, y el otro en la carcasa inferior. De este modo cuando ambos hacen contacto se activa el circuito y cuando dejan de estar en contacto este se desactiva.

20

CONECTOR TUBERÍA



El xxx es uan pieza situada en la parte baja de la pila la cual tiene como función hacer que el producto quede insertado en la pila de la baño, encajándolo y uniéndolo a las tuberías.



Análisis Estructural

2

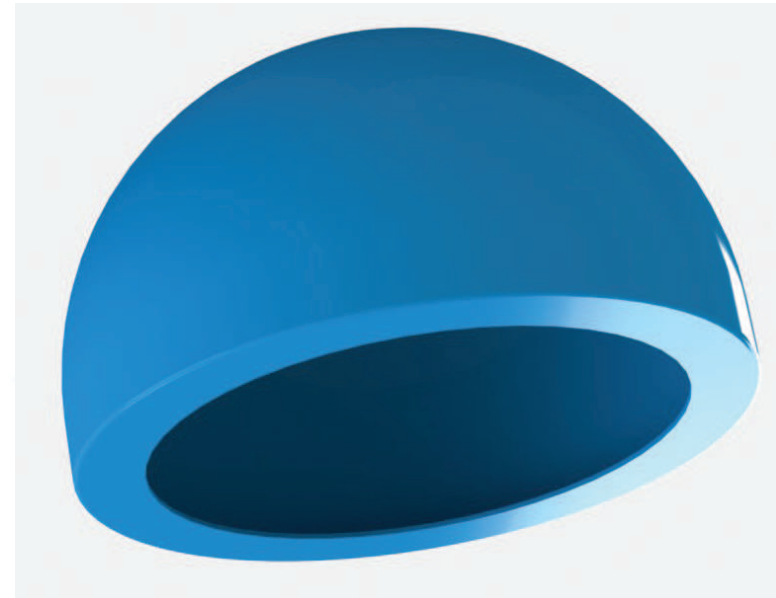
TAPÓN SUPERIOR

El tape superior es el encargado de cerrar el alojamiento donde se sitúan las pilas. a parte superior debe poseer la misma curvatura que la carcasa superior para que encaje con ella. Consiguiendo además la unidad visual. El diámetro y la longitud de la zona inferior viene restringido por la unión roscada mediante la cual se une a la carcasa superior y por el diámetro de la pilas.



1

FUNDA



Una de las funciones de la funda es proteger la carcasa para que no entre agua principalmente y por tanto estropee el producto. Por ello cubre y compacta las dos carcasas.

Esta pieza como veremos en el apartado 17 (Imagen gráfica) juega un papel fundamental ya que sobre aparecen los elementos gráficos que caracterizan los monigotes, formando de esta forma el personaje que interactuará con el usuario. En cada una de las fundas también se simulará el pelo del personaje a través de salientes con una determinada forma.

5

MUELLE

El muelle permite extraer de forma confortable las pilas. Ya que el producto estará fijo cuando sea necesario cambiar dichas pilas no podrá girarse la carcasa, por ello el muelle empujará las pilas hacia al exterior permitiendo la extracción de estas. En cuanto a sus dimensiones serán lo más reducidas posible siempre y cuando posea la fuerza necesaria para impulsar las pilas.



Análisis Estructural

17

18

GOMA A - GOMA B



Estas gomas van situadas entre el baño y el embellecedor. Su función es no estropear el baño al roscar todo el producto, por la fuerza que se ejerce entre las dos partes. Además también se utilizan para garantizar la estanqueidad.

3

JUNTA A



La función de la junta es proteger el interior de las carcasas, evitando que entre agua. Su diámetro deberá adaptarse al orificio destinado a almacenar las pilas, en la carcasa superior.

10

ARANDELA ELÁSTICA



La función de la junta es proteger el interior de las carcasas, evitando que entre agua. Su diámetro deberá adaptarse al definido por las dos carcasa del producto.

13

JUNTA C



La función de la junta es proteger el interior de la carcasa, evitando que entre agua. Existen dos de estas juntas ya que van situadas en los dos agujeros pasantes por los que pasan los tornillos que unen la carcasa inferior, la placa base y la carcasa superior.



5. Análisis funcional

FUNCIÓN PRINCIPAL

Concienciar a los niños del correcto uso del agua

FUNCIONES SECUNDARIAS

FUNCIONES USO TÉCNICAS

- Ensamblaje simple y efectivo.
- Materiales resistentes al contacto continuo con el agua.
- Estanqueidad entre componentes para que no entre líquido dentro del circuito electrónico.
- Medición del tiempo para detectar el uso abusivo del agua.

FUNCIONES DE USO O MANEJO

- Usuario beneficiario:
Uso interactivo y llamativo que capta la atención del usuario.
Fácil identificación de la secuencia de uso.
- Usuario operario: Ensamblaje rápido e intuitivo.
- Usuario mantenimiento: instalación sencilla.

FUNCIONES DE SEGURIDAD

- Correcto alojamiento de los dispositivos electrónicos para que no puedan ocasionar daños al usuario.
- Formas suaves y ausentes de aristas vivas y cantos las cuales puedan ocasionar perjuicios.
- Ensamblaje de los componentes de forma que no puedan ser robados.

FUNCIONES DE IMAGEN

- Producto visualmente atractivo para el usuario beneficiario.
- Creación de un personaje que empatiza con el niño.
- Estética análoga al entorno de uso.



6. Análisis formal

Para realizar el análisis formal dividiremos el producto en dos partes. Por un lado la parte vista del producto, la funda y las piezas sobre las que se apoya, ya que son las que le dan forma a esta parte visible por el usuario beneficiario.

Y por otro lado el resto de las piezas, las cuales no son visibles para el usuario.

Parte visible del producto

Composición: la pieza posee un gran equilibrio visual ya que el volumen de la pieza es muy similar al de una semiesfera, por tanto sus curvas son suaves y proporcionales. El equilibrio visual se ve ligeramente afectado por la adición de material en un extremo con el fin de crear el pelo del muñeco.

Superficie: la superficie tiene un tacto suave y visualmente limpio ya que esta fabricada de silicona. Los colores son muy llamativos y vistosos para que capten la atención del usuario.

Calidad visual: la forma del producto responde a varias solicitudes funcionales. La curvatura que posee la superficie hace que el agua no quede estancada en ninguna zona del producto si no que favorece el deslizamiento de la misma. Además permite alojar en su interior todos los componentes electrónicos indispensables para hacer funcionar el producto.

Percepción: Como ya se ha comentado la forma del producto responde a una semiesfera casi perfecta, por lo tanto la primera percepción del producto lo dota de un equilibrio visual. Posteriormente se aprecia un añadido, el cual modifica ligeramente la percepción del producto. Asimismo hay que nombrar que a pesar de este añadido no aparecen subdivisiones visuales.

Podemos concluir que debido a todo lo nombrado anteriormente, la parte analizada del producto es de una gran simplicidad formal.





Análisis formal

Parte no visible del producto

Composición: El subconjunto analizado está basado en piezas de sección circular las cuales se apoyan todas en un mismo eje. Existe una gran variación entre diámetros.

El gran número de secciones roscadas hace que visualmente el producto sea más pesado.

Superficie: El material seleccionado para la fabricación de estas piezas, acero inoxidable, hace que la superficie de estas sea lisa y brillante, además de suave y limpia visualmente.

La presencia de roscas hace que algunas superficies sean más irregulares y por tanto más "farragosas" visualmente.

Calidad visual: La forma de estas piezas es debida en su gran mayoría a solicitudes funcionales. Únicamente la parte superior del embellecedor guarda una función estética.

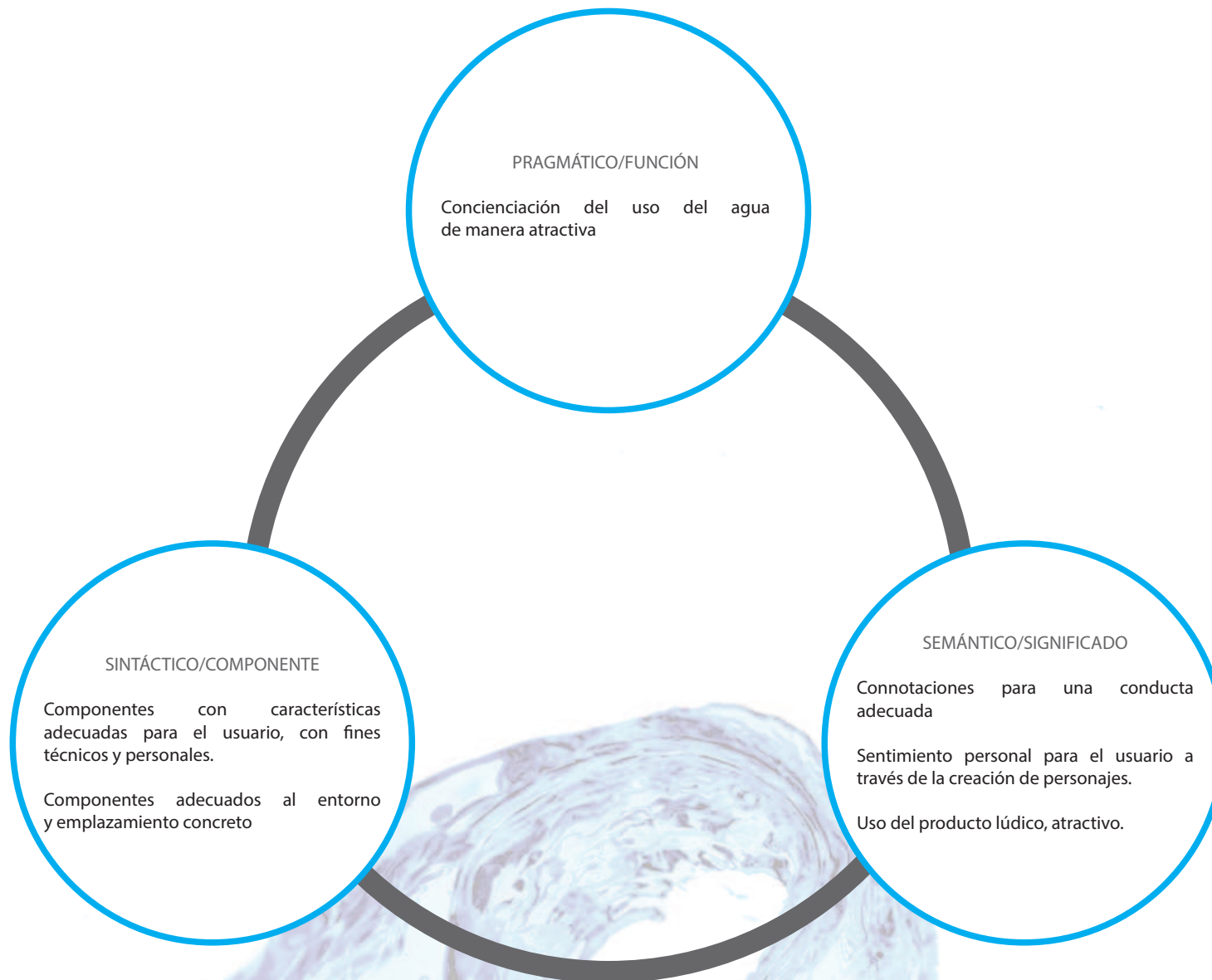
Estas piezas han sido creadas para que encajen unas con otras y puedan ser unidas a la tubería (motivo principal por el que todas ellas son circulares). Asimismo el material empleado para su fabricación también atiende a solicitudes funcionales, ya que es un material con las características mecánicas suficientes y no se corroe al estar en contacto continuo por el agua.

Percepción: Ya se ha detallado que todas las piezas tienen un perfil circular. A pesar de que en todas ellas se aprecia una evidente semejanza (debido a los materiales y a las secciones circulares), también podemos detectar una subdivisión visual en el conjunto, quedando cada pieza bien diferenciada.



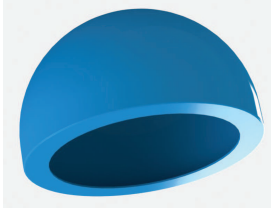





7. Análisis pragmático-sintáctico-semántico





8. Análisis de materiales y procesos

MARCA		DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS	MATERIAL SELECCIONADO	PROCESO
1		Funda	<ul style="list-style-type: none">- Ligereza- Translucidez- Diversidad de colores- Flexible- Impermeable- Resistente al agua	Silicona	Moldeo por compresión
m		Tapón superior	<ul style="list-style-type: none">- Ligereza- Dureza media- Resistente a pequeños golpes- Impermeable	Polipropileno	Inyección
3		Junta A	<ul style="list-style-type: none">- Ligereza- Favorezca la estanqueidad- Resistente al agua	Silicona	Extrusión
7		Carcasa superior	<ul style="list-style-type: none">- Ligereza- Dureza media- Resistente a pequeños golpes- Impermeable	Polipropileno	Doble inyección



Análisis de materiales y procesos

MARCA		DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS	MATERIAL SELECCIONADO	PROCESO
12		Carcasa inferior	<ul style="list-style-type: none">- Relativa resistencia- Resistente al agua- Secciones roscadas rígidas y resistentes	Acero inoxidable	Deformación de chapa Soldadura Laminado
13		Junta C	<ul style="list-style-type: none">- Ligereza- Favorezca la estanqueidad- Resistente al agua	Silicona	Extrusión
15		Boya	<ul style="list-style-type: none">- Gran ligereza- Resistente al agua	Poliestireno	Inyección



Análisis de materiales y procesos

MARCA		DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS	MATERIAL SELECCIONADO	PROCESO
16		Embellecedor	<ul style="list-style-type: none"> - Relativa resistencia - Resistente al agua - Secciones roscadas rígidas y resistentes 	Acero inoxidable	Deformación de chapa Soldadura Laminado
17		Goma 1	<ul style="list-style-type: none"> - Ligereza - Favorezca la estanqueidad - Flexibilidad - Resistente al agua 	Silicona	Moldeo por compresión
18		Goma 2	<ul style="list-style-type: none"> - Ligereza - Favorezca la estanqueidad - Flexibilidad - Resistente al agua 	Silicona	Moldeo por compresión
19		Tapón inferior	<ul style="list-style-type: none"> - Relativa resistencia - Resistente al agua - Secciones roscadas rígidas y resistente 	Acero inoxidable	Deformación de chapa Soldadura Laminado
20		Sifón	<ul style="list-style-type: none"> - Relativa resistencia - Resistente al agua - Secciones roscadas rígidas y resistente 	Acero inoxidable	Deformación de chapa Soldadura Laminado



Análisis de materiales y procesos

Otros procesos

Las “paredes” que definen la sonrisa y el malestar están pintadas de una pintura blanca para que de este modo la luz que emiten los led’s se conecten en esa sección y transmita adecuadamente la luz al exterior.

Para pintar la cara de los personajes se emplearía un cabezal. Posteriormente se daría una capa de pintura plástica de la misma elasticidad que la funda para que protegiese los elementos pintados del contacto permanente con el agua.

El sensor se fijaría a la carcasa inferior sellándolo con silicona.

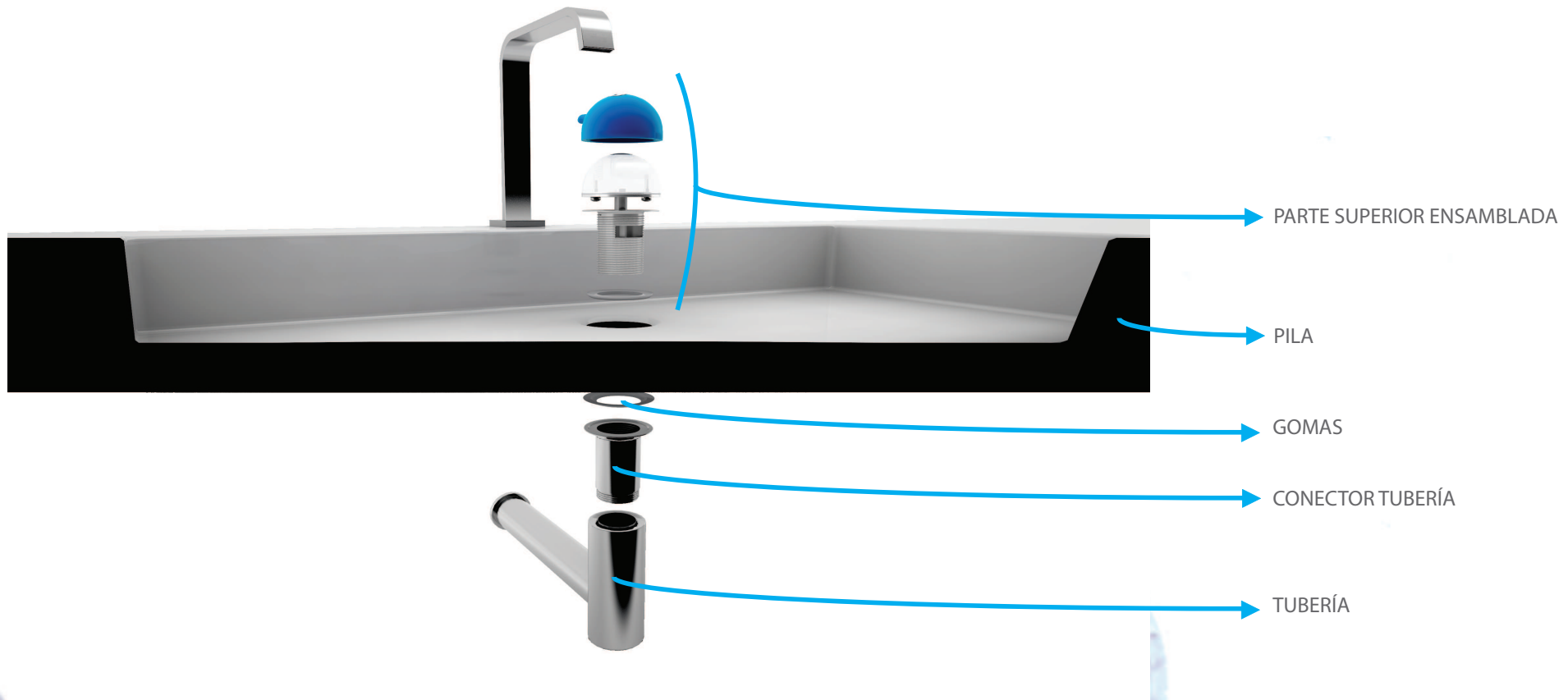
9. Secuencia de ensamblaje





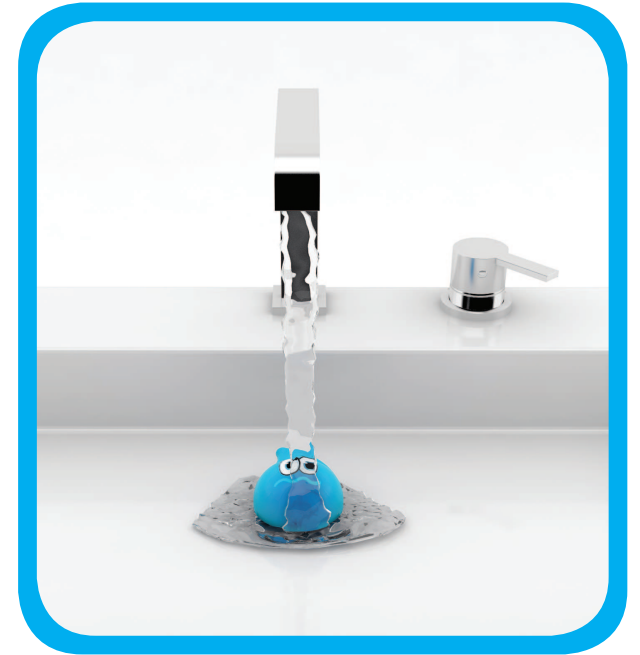
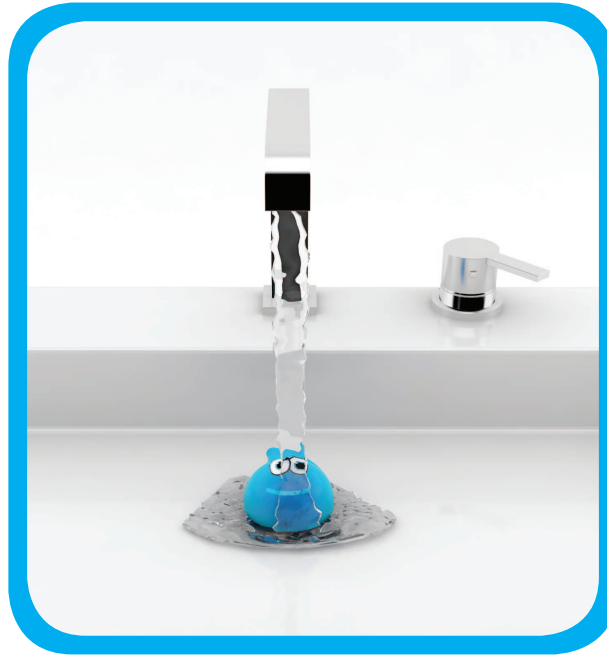
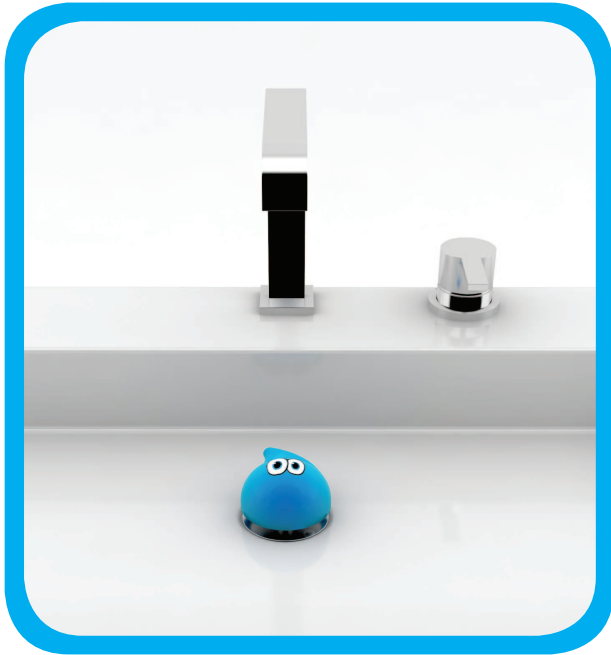
10. Secuencia de instalación

Para montar el producto en la pila del baño únicamente habrá que roscar la parte superior (ensamblada ya cuando se vende el producto), el conector a la tubería y la propia tubería tal y como se muestra en la imagen.





11. Secuencia de uso




Pasados 5 s





Secuencia de uso

CONSULTA ESTADO PILA





1 PULSACIÓN


1-B00
PILA OK



CONSULTA CONSUMO

CONSUMO DIARIO 25 L.
CONSUMO MENSUAL 500 L.

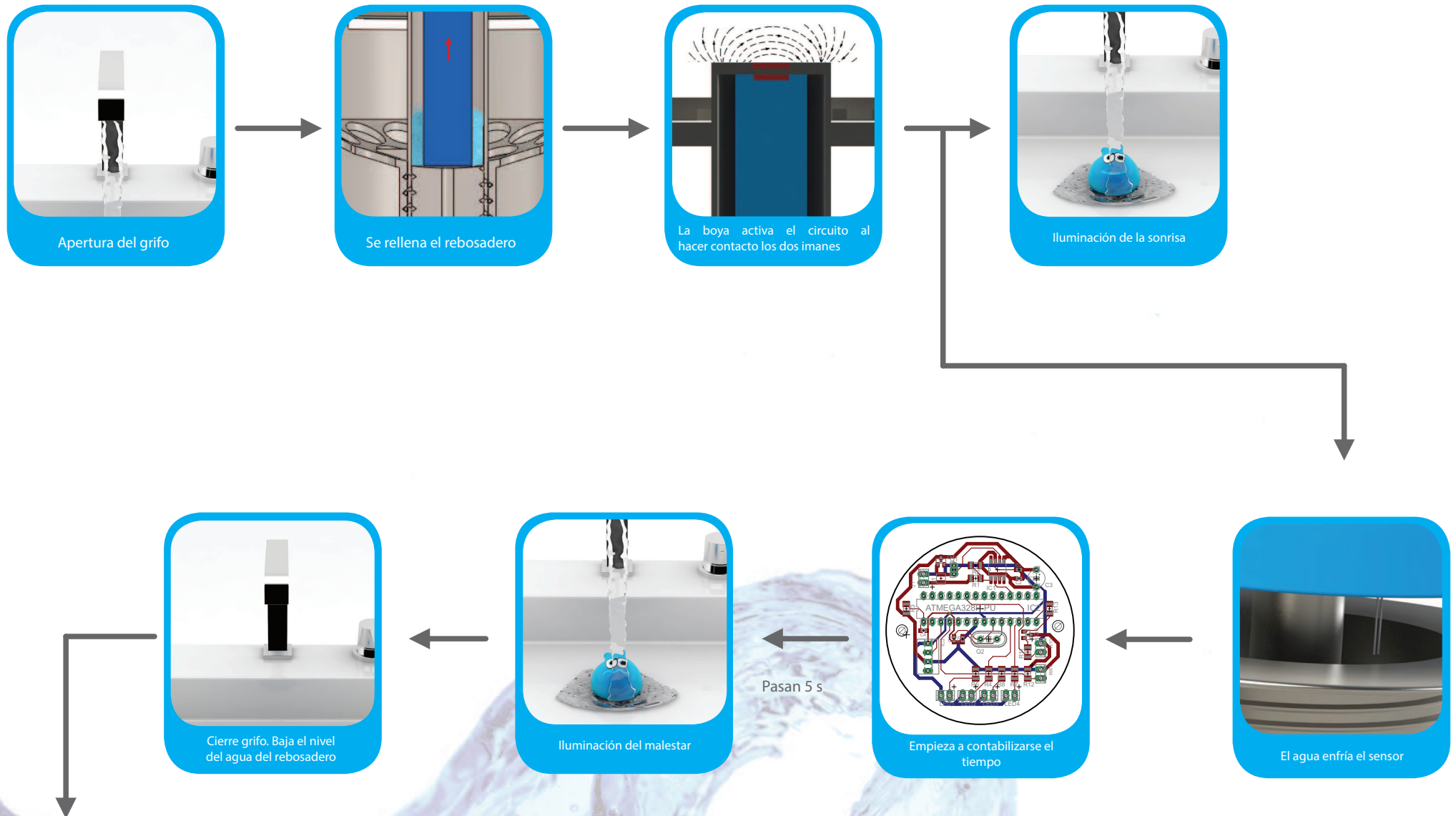




1 PULSACIÓN

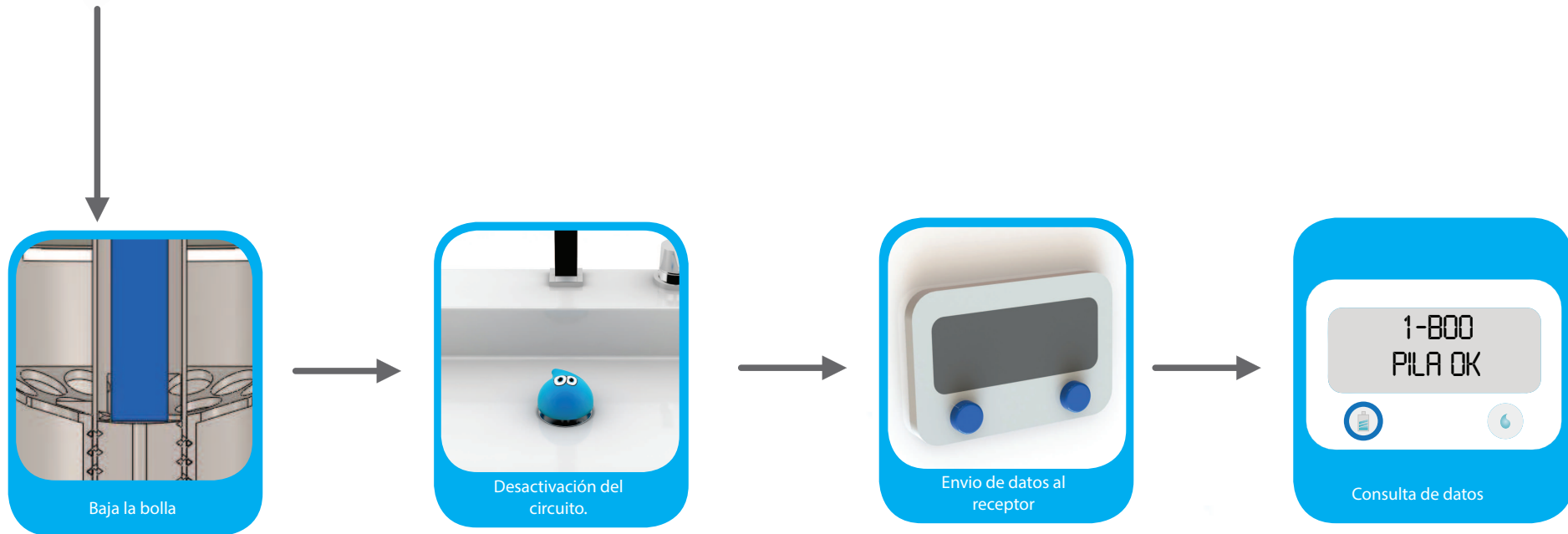


Secuencia de uso





Secuencia de uso





12. Imagen gráfica

Creación de personajes

Para que el producto sea más lúdico y atractivo para los usuarios beneficiarios, para los niños, se han creado tres personajes. Para caracterizar dichos personajes se ha analizado "monstruos" ya existentes.

Estos personajes se conseguirán a través de la forma de la funda. Cada funda poseera un color, unos motivos tales como ojos, cicatrices u otros detalles. Además la funda tendrá unos salientes que representarán el pelo, una forma determinada.

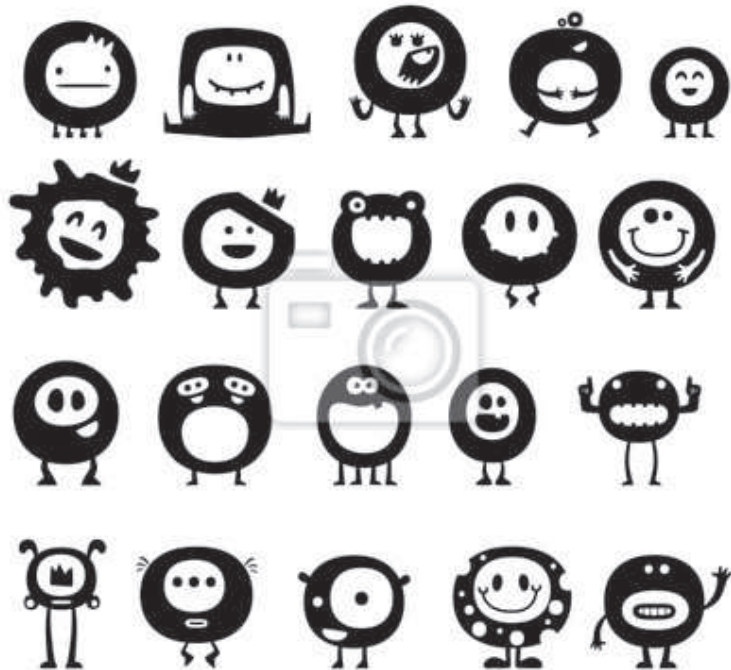




Imagen gráfica





Imagen gráfica

Creación de personajes



Bobby Boo



ROCKY *Boo*



Lilly Boo



Imagen gráfica

Imagotipo

Los nombres de cada personaje se adaptan a la personalidad de los mismos.

Bobby-Boo representa una gota de agua buena y agradable. Por ello la tipografía de su nombre es suave y curvada.

Rocky-Boo es el personaje "malote". Su caricatura y tipografía son más agresivas e irregulares.

En último lugar Lilly-Boo es el personaje femenino del conjunto. Por ello su tipografía es suave y de color morado.

Bobby

Boo

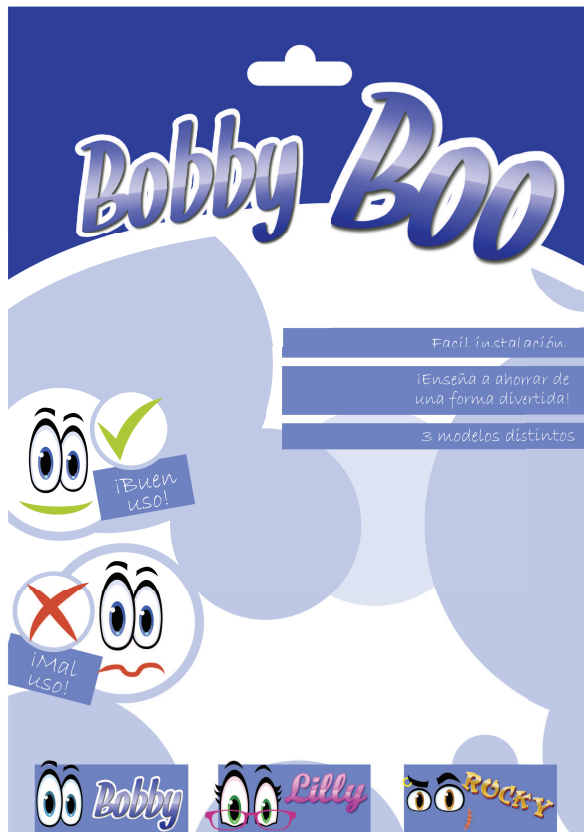
ROCKY

Lilly

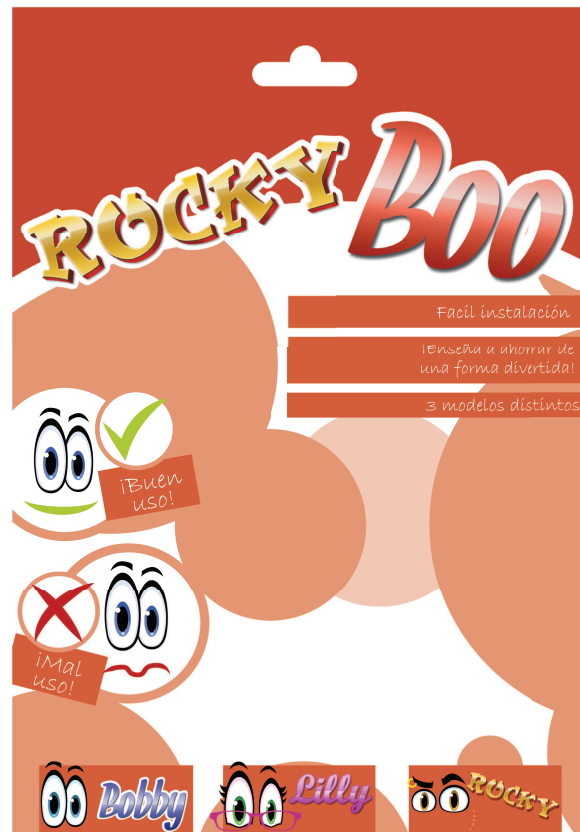


13. Packaging

PARTE DELANTERA BOBBY-BOO



PARTE DELANTERA ROCKY-BOO

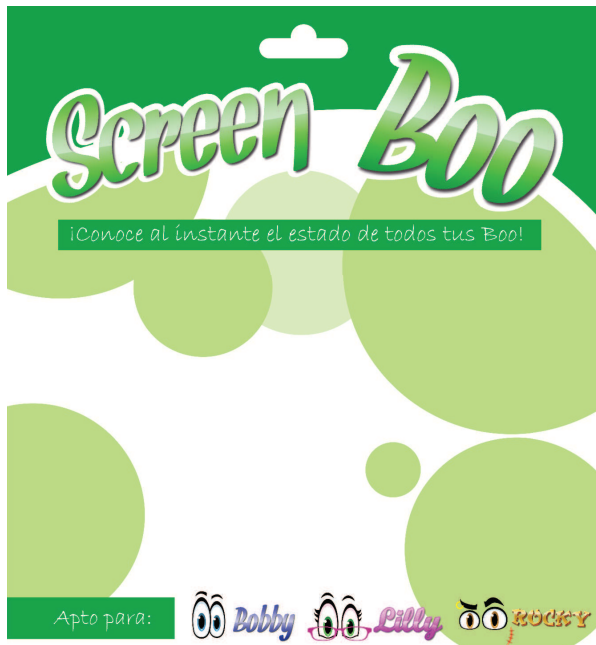


PARTE DELANTERA LILLY-BOO

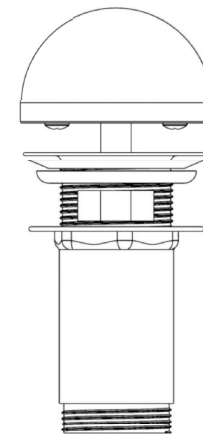


Packaging

PARTE DELANTERA PANTALLA



PARTE TRASERA TODAS LOS PRODUCTOS



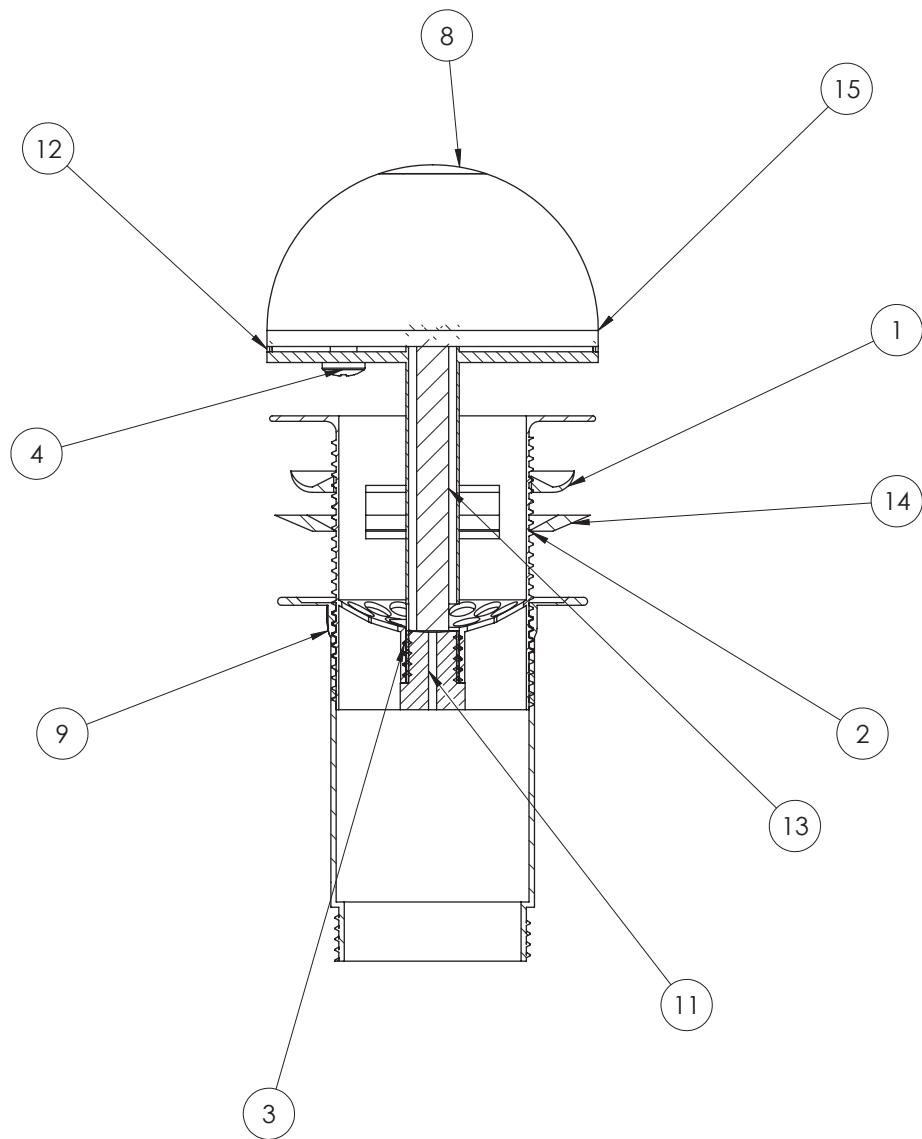
VÁLVULA CLIC CLAC CON REBOSADERA Y TUERCA CILINDRICA
DE 1"1/4 PARA LAVABOS DE PORCELANA




Packaging

APLICACIONES





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	goma2	silicona	1
2	embellecedor	Acero inoxidable	1
3	CarcasaA	Polipropileno	1
4	Tornillo	ISO 7045 - M4 x 20 - Z --- 20N	2
5	Junta 3	Silicona	1
6	junta2	Comercial, diámetro 4 mm	2
7	muelle	Comercial	1
8	Tapón 2	Acero inoxidable	1
9	Sifón	Acero Inoxidable	1
10	iman	Comercial	3
11	Tapón	Polipropileno	1
12	Junta 1	Silicona	1
13	Boya	Poliporpileno	1
14	Goma 1	Silicona	1
15	Carcasa B	polipropileno	1


	Fecha	Nombres	Firma	
Dibujado	22/01/13	Grupo 8		
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado		
Escala	Conjunto		Grado en Diseño Industrial	
1:1	Buen uso del agua en edificios publicos			
	Título		Conjunto n° 1.00	
	Conjunto Boo		Hoja n° 1.00	

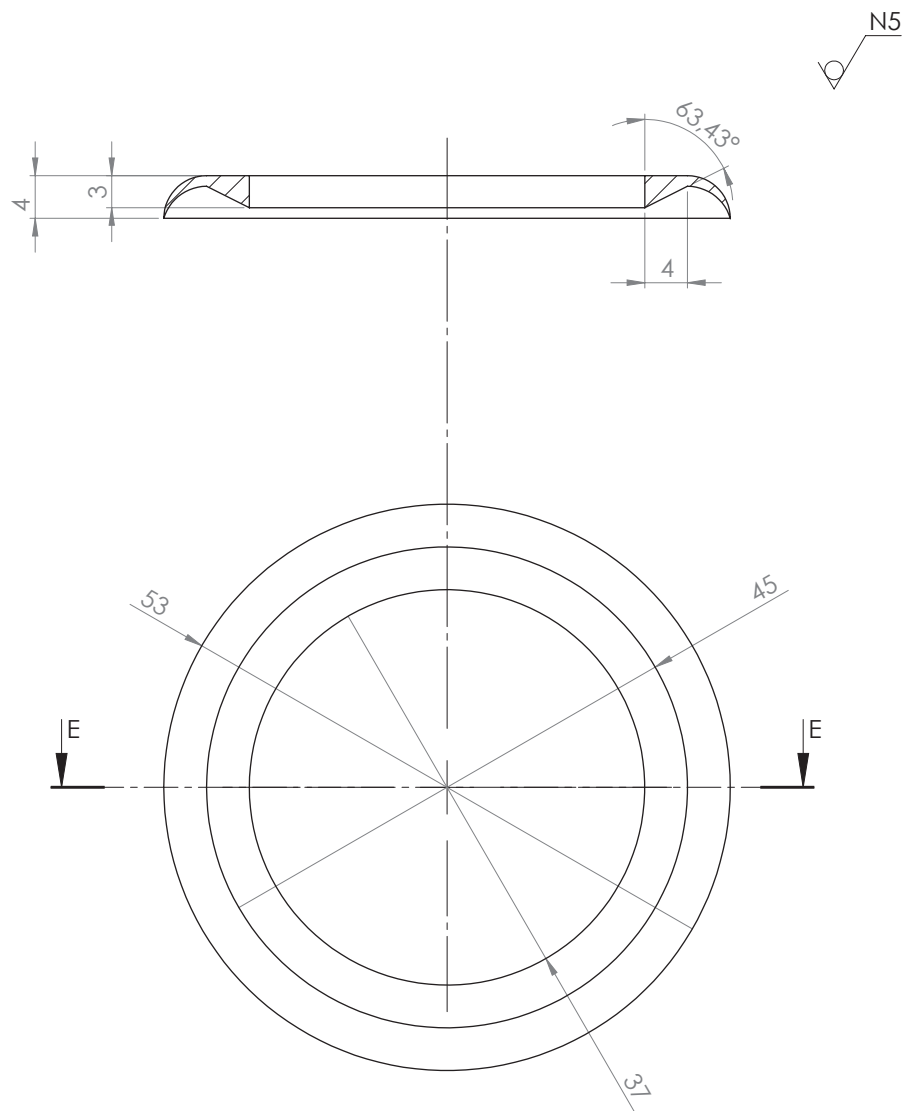
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



Technical drawing of a mechanical part, showing a side view. The drawing includes a centerline and a section line labeled N5. The dimensions are: 32,3 (total width), 3 (width of the section), R31 (radius of the curved surface), and $\varnothing 20$ (diameter of the hole).


Espesores no indicados 1 mm

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
1		Carcasa B		polipropileno		1	
		Fecha		Nombres		Firma	
Dibujado		22/01/13		Grupo 8			
Comprobado		22/01/13		Eduardo Manchado			
Escala		Conjunto Buen uso del agua en edificios públicos				Grado en Diseño Industrial	
2:1		Título Carcasa B					
						Conjunto n.º 1.00	
						Hoja n.º 1.01	



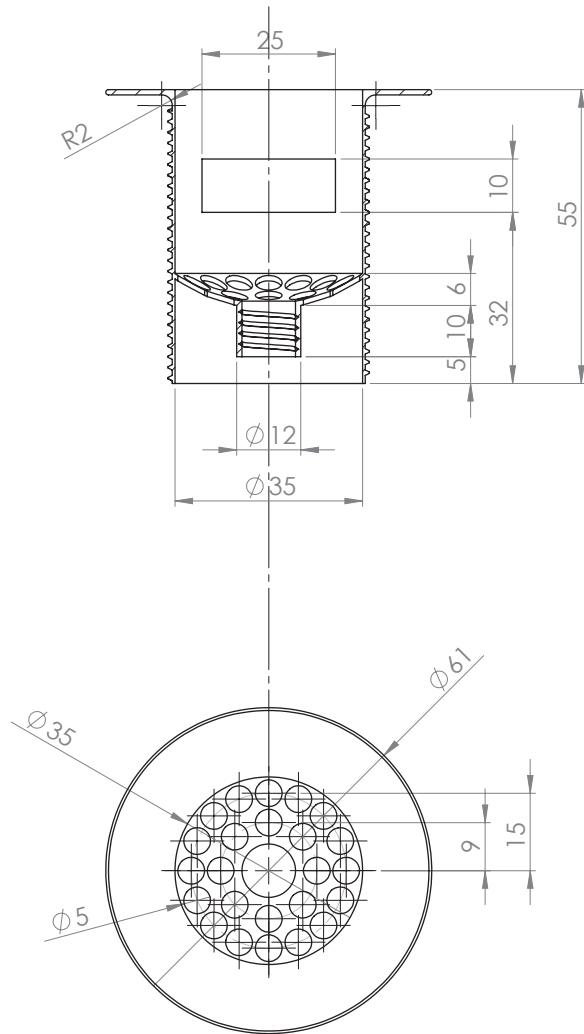
Tolerancias no indicadas según norma 16901

Espesores no indicados 1 mm

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN y MATERIAL	CANTIDAD
2		Goma 2	silicona	1
	Fecha	Nombres		Firma 
Dibujado	22/01/13	Grupo 8		
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado		
Escala	Conjunto Buen uso del agua en edificios publicos			Grado en Diseño Industrial
2:1	Título			
	Goma 2			
				Conjunto n° 1.00
				Hoja n° 1.02


Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.

N6



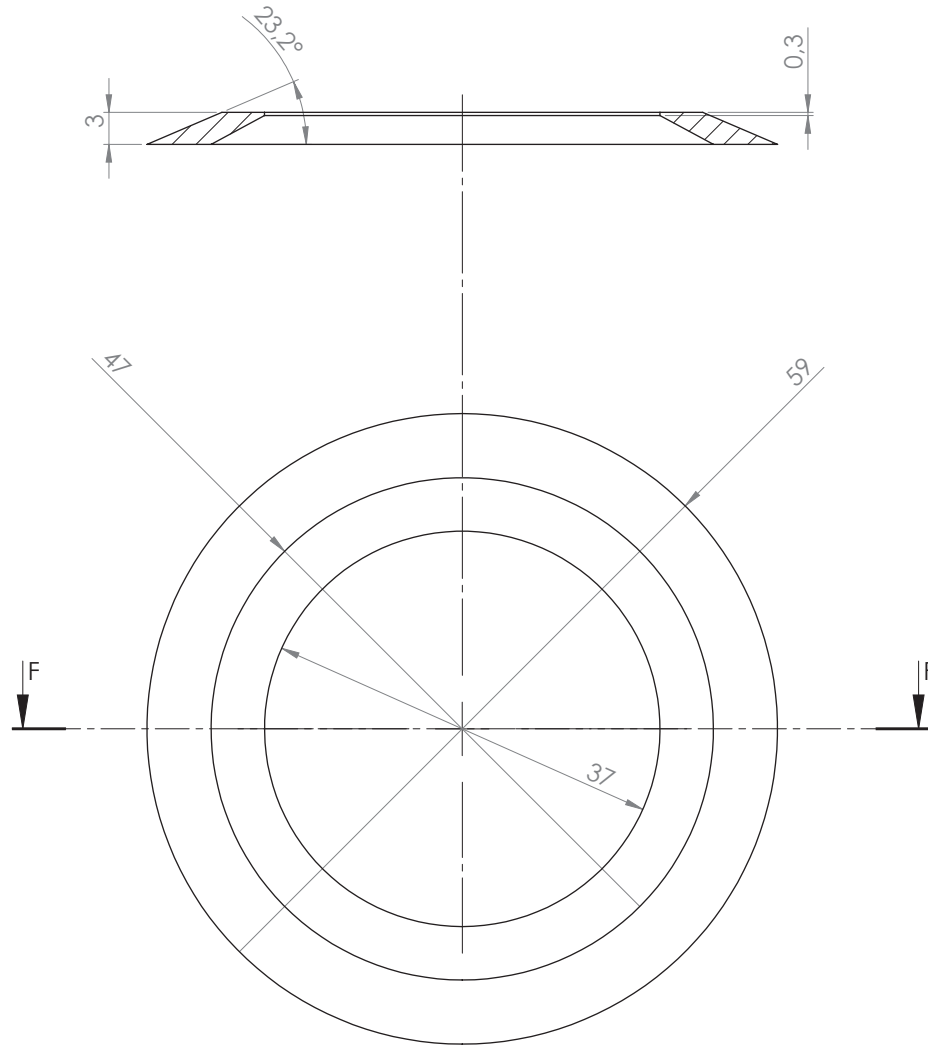
Tolerancias no indicadas según norma 22768-m
Espesores y redondeos no indicados 1 mm

Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN Y MATERIAL	CANTIDAD
3	embellecedor	Acero inoxidable	1
	Fecha	Nombres	Firma
Dibujado	22/01/13	Grupo 8	
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado	
Escala	Conjunto		Grado en Diseño Industrial
1:1	Buen uso del agua en edificios publicos		
	Título		Conjunto n° 1.00
	Embellecedor		Hoja n° 1.03

SECCIÓN F-F
ESCALA 2 : 1

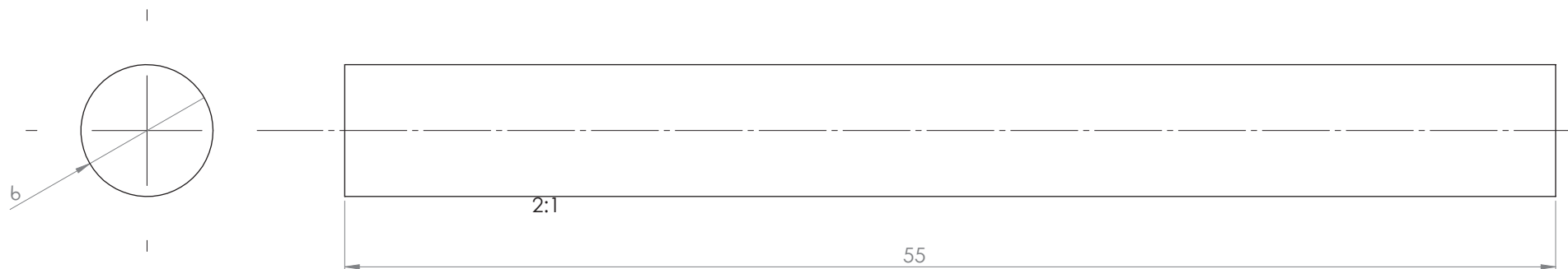
N5




Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN Y MATERIAL	CANTIDAD	
4		Goma 1	Silicona	1	
	Fecha	Nombres		Firma	
Dibujado	22/01/13	Grupo 8			
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado			
Escala	Conjunto			Grado en Diseño Industrial	
2:1	Buen uso del agua en edificios públicos				
	Título				
		Goma 1		Conjunto n° 1.00	
				Hoja n° 1.04	

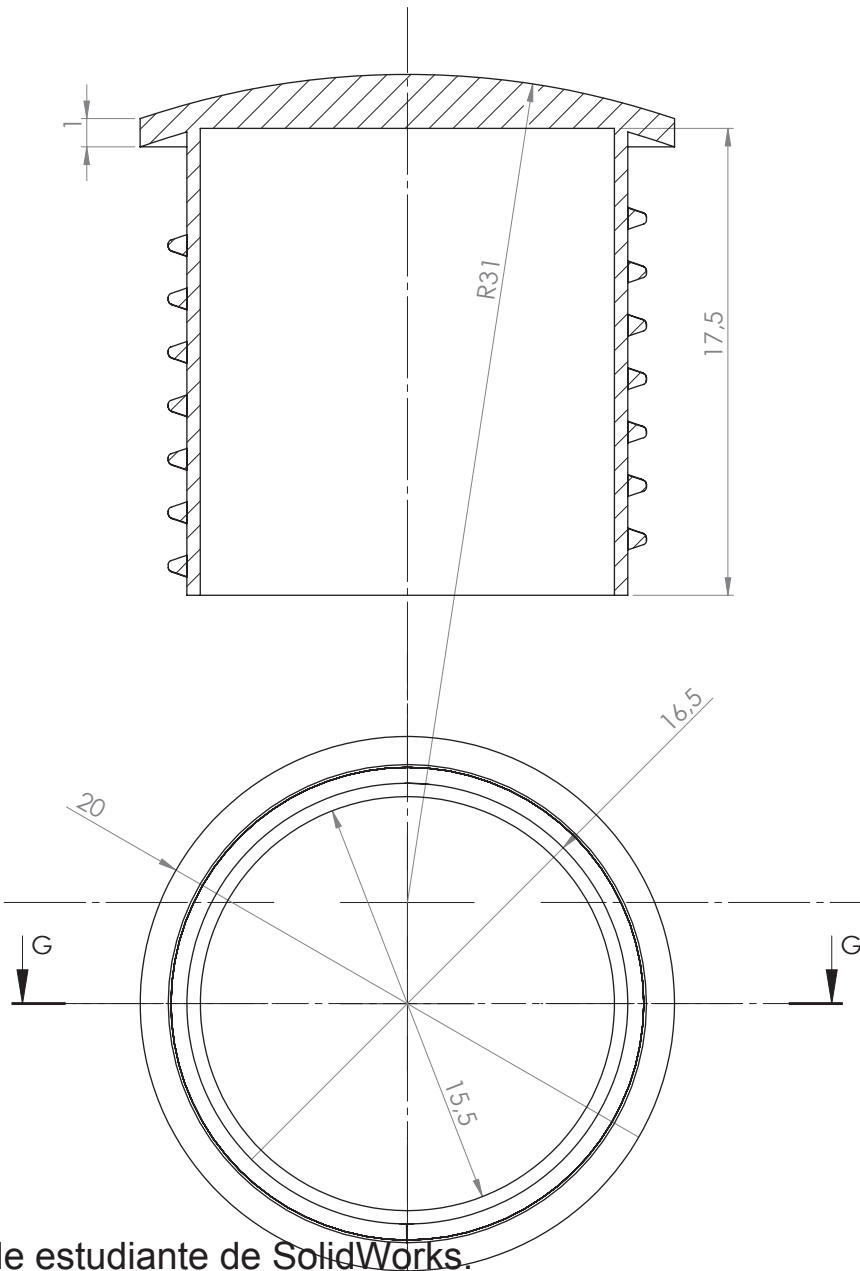
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



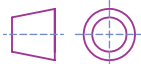
Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD
5		Boya	Poliporpleno		1
	Fecha	Nombres		Firma	
Dibujado	22/01/13	Grupo 8			
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado			
Escala	Conjunto	Buen uso del agua en edificios publicos			Grado en Diseño Industrial
5:1	Título				
	Boya	Conjunto n° 1.00			
		Hoja n° 1.05			

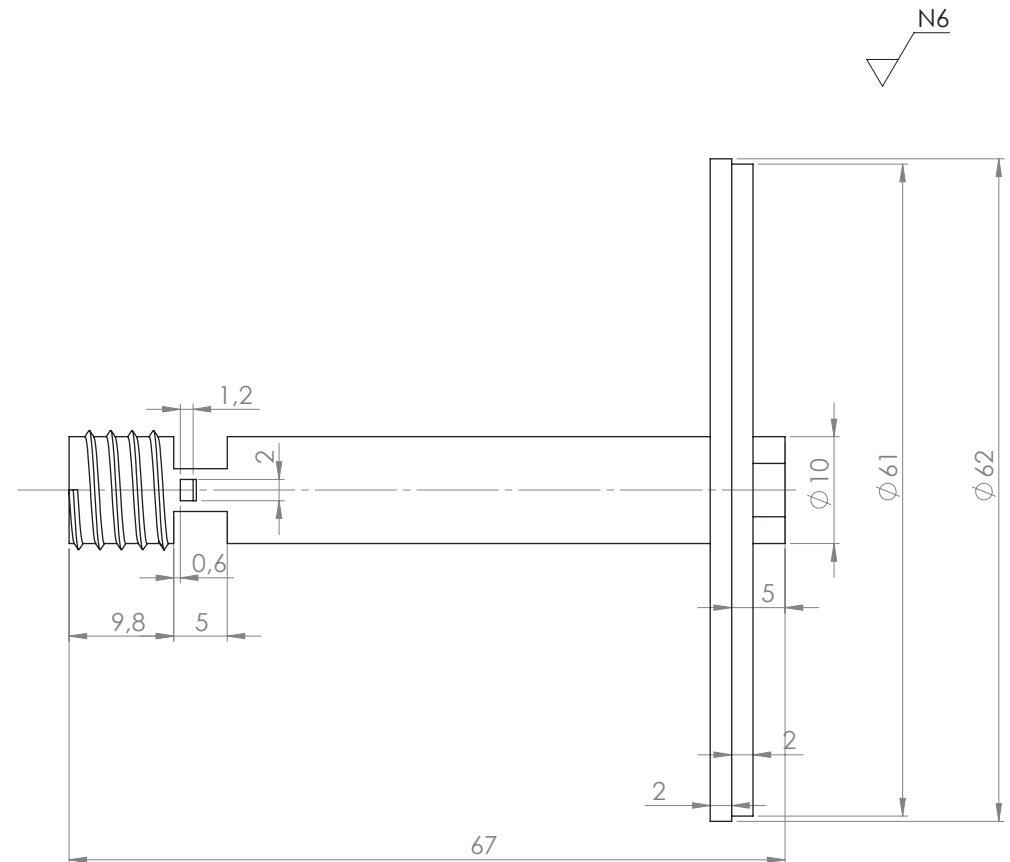
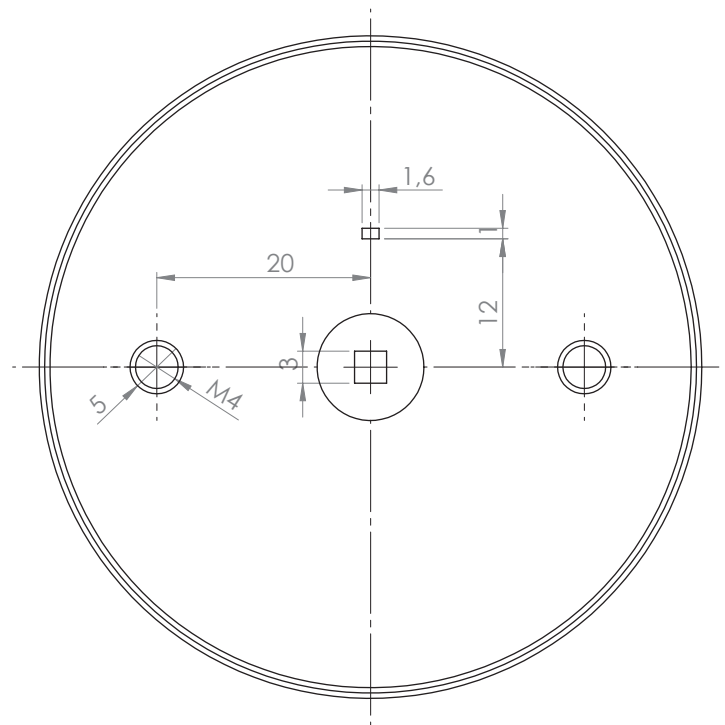
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



Tolerancias no indicadas según norma 22768-m

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL	CANTIDAD
14		Tapón 2		Acero inoxidable	1
	Fecha	Nombres		Firma	
Dibujado	22/01/13	Grupo 8			
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado			
Escala	Conjunto			Grado en Diseño Industrial	
5:1	Buen uso del agua en edificios publicos				
	Título			Conjunto n° 1.00	
	Tapón 2			Hoja n° 1.14	

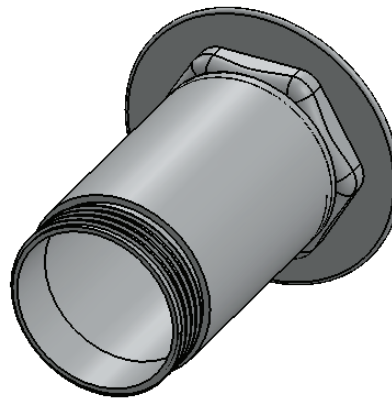
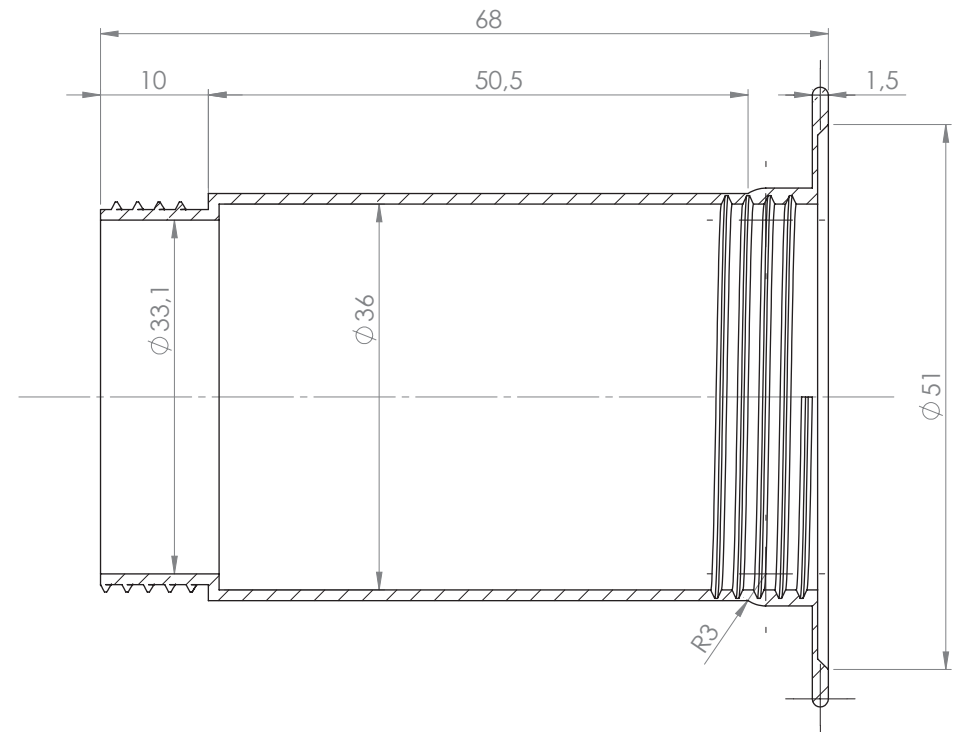
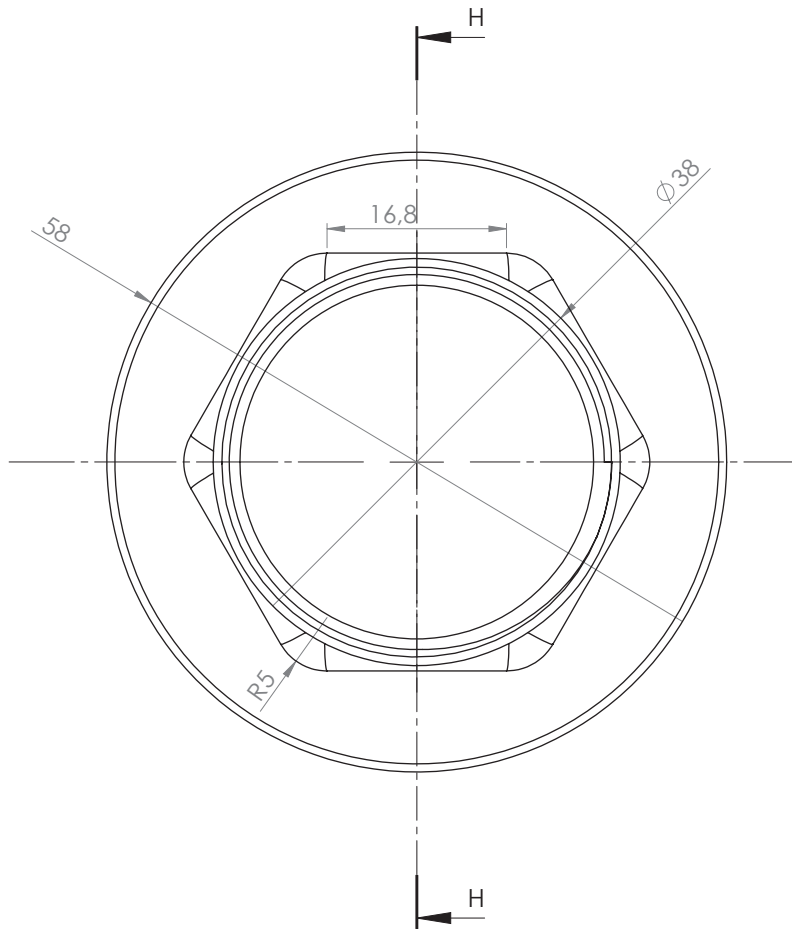
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



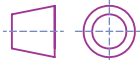
Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
8		CarcasaA		Polipropileno		1	
	Fecha	Nombres			Firma		
Dibujado	22/01/13	Grupo 8					
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado					
Escala	Conjunto				Grado en Diseño Industrial		
2:1	Buen uso del agua en edificios públicos						
	Título				Conjunto n° 1.00		
	Carcasa A				Hoja n° 1.07		

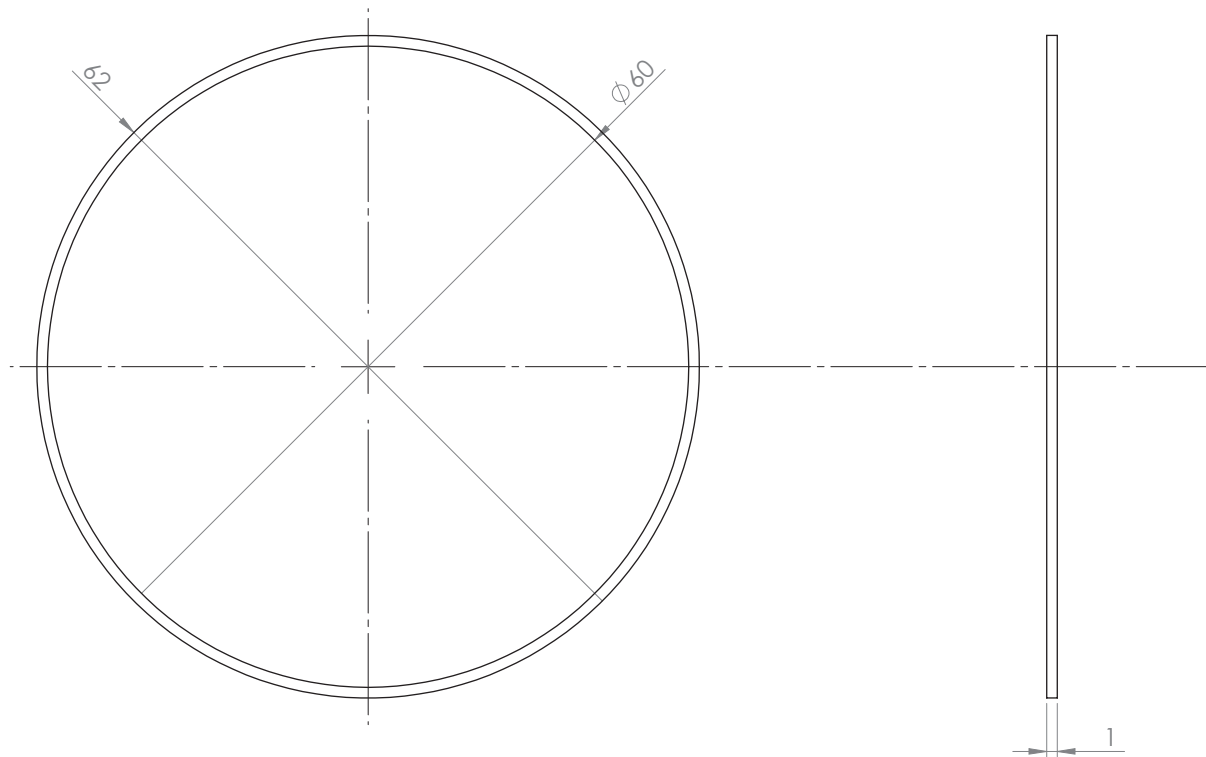
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



Tolerancias no indicadas según norma 22768-m
Espesores, chaflanes y redondeos no indicados 1 mm

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
14		Sifón		Acero Inoxidable		1	
	Fecha	Nombres			Firma		
Dibujado	22/01/13	Grupo 8					
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado					
Escala	Conjunto				Grado en Diseño Industrial		
2:1	Buen uso del agua en edificios públicos						
	Título				Conjunto n° 1.00		
	Sifón				Hoja n° 1.14		

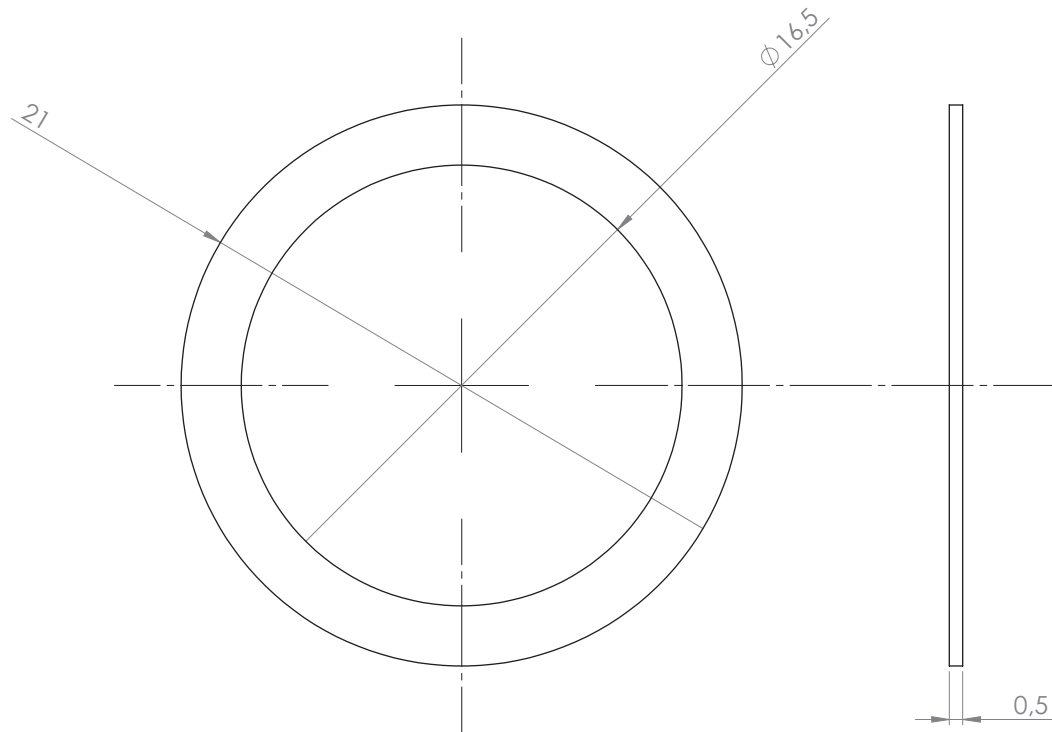
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.




Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN Y MATERIAL	CANTIDAD
9		Junta 1	Silicona	1
	Fecha	Nombres		Firma
Dibujado	22/01/13	Grupo 8		
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado		
				
Escala	Conjunto			Grado en Diseño Industrial
2:1	Buen uso del agua en edificios públicos			
	Título			
Junta 1				Conjunto n° 1.00
				Hoja n° 1.09

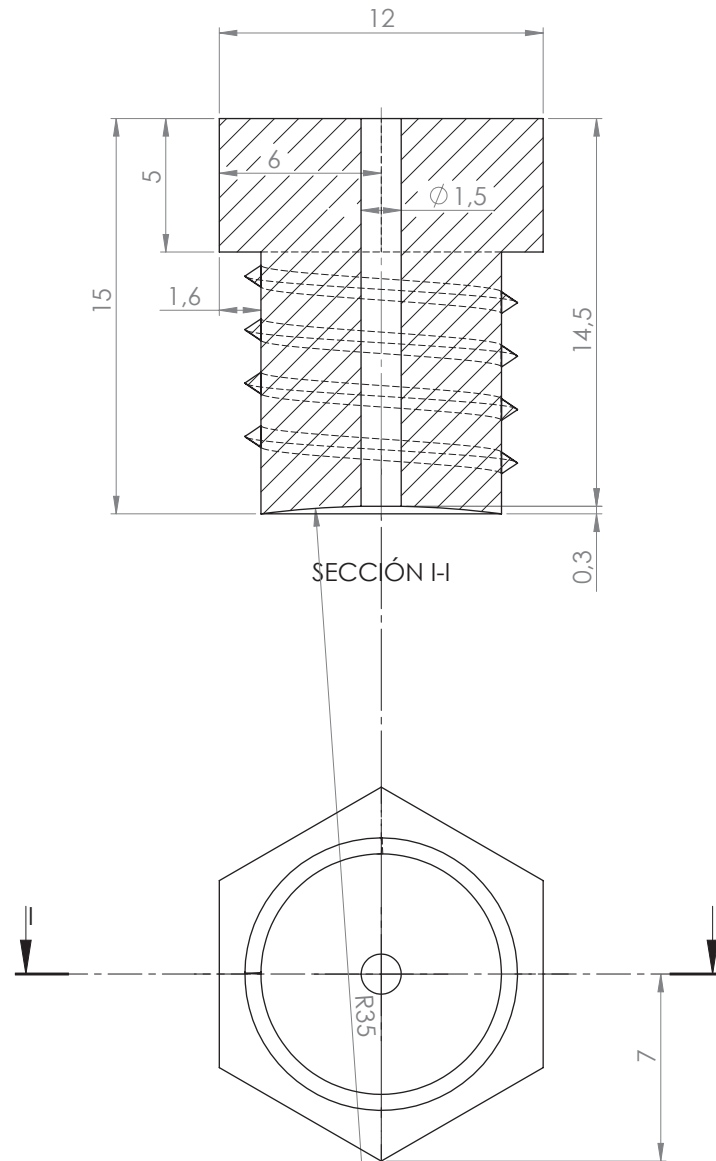
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



Tolerancias no indicadas según norma 16901


N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
10		Junta 3		Silicona		1	
	Fecha	Nombres			Firma		
Dibujado	22/01/13	Grupo 8					
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado					
Escala	Conjunto				Grado en Diseño Industrial		
5:1	Buen uso del agua en edificios publicos						
	Título				Conjunto n° 1.00		
	Junta 3				Hoja n° 1.10		

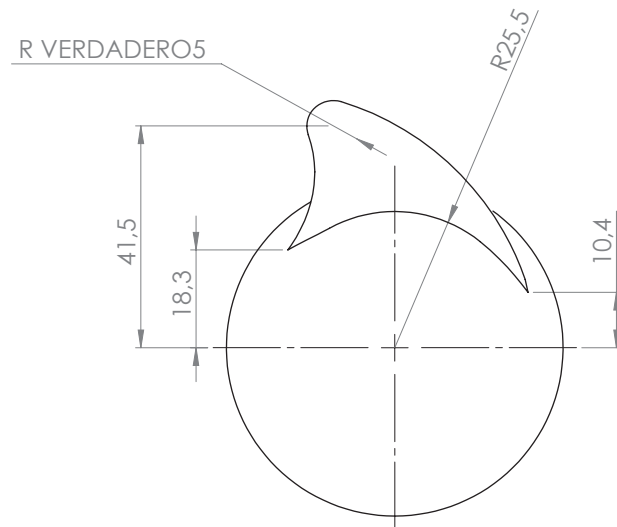
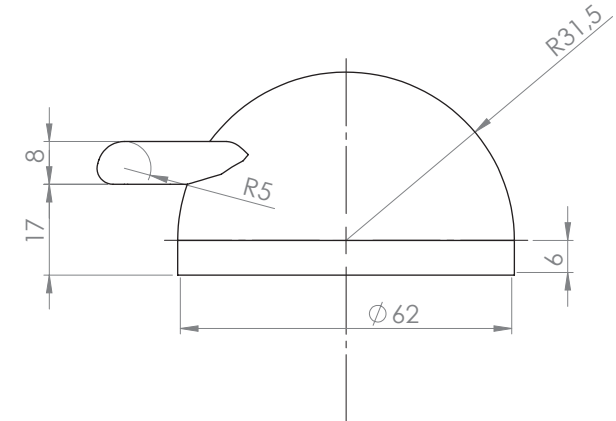
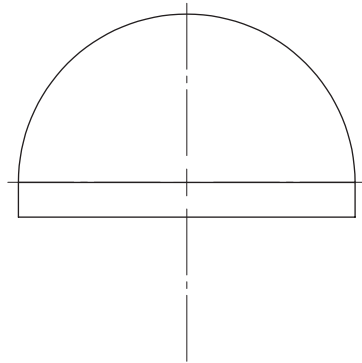
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.



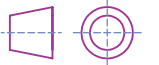
Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.

Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
13		Tapón		Polipropileno		1	
	Fecha	Nombres			Firma		
Dibujado	22/01/13	Grupo 8					
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado					
Escala	Conjunto Buen uso del agua en edificios publicos				Grado en Diseño Industrial		
5:1	Título Tapón						
					Conjunto n° 1.00		
					Hoja n° 1.13		



Tolerancias no indicadas según norma 16901

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN Y MATERIAL		CANTIDAD	
16		Bobby-Boo		SILICONA		1	
	Fecha	Nombres			Firma		
Dibujado	22/01/13	Grupo 8					
Comprobado	22/01/13	Eduardo Manchado					
Escala	Conjunto				Grado en Diseño Industrial		
1:1	Buen uso del agua en edificios publicos						
	Título				Conjunto n° 1.00		
	Bobby-Boo				Hoja n° 1.16		

Edición de estudiante de SolidWorks.
Sólo para uso académico.

Anexo D – *Datasheets*

A continuación se han incluido algunos de los *datasheet* de los componentes de mayor relevancia del proyecto

Features

Regulated Converters

- Ultracompact Low Profile AC-DC Power Supply
- Ultra-low 30mW Standby Power Consumption
- 1 Watt or 2 Watt PCB Mount Package
- Extra Wide Input Voltage Range (80~264VAC)
- Class II Power Supply with 3kVAC Isolation
- -25°C to +85°C Operating Temp
- Low Output Ripple
- Short Circuit Protected Outputs
- EN, UL and CE Certified

Description

The RAC01-SC and RAC02-SC series are ultra-compact universal input AC/DC power modules for PCB mounting. They feature high efficiency, low standby power, high operating temperature, soft start and short-circuit protection as well as a built-in EMC Class B filter. Output voltages range from 3.3VDC to 24VDC.

Selection Guide

Part Number	Input Range (VAC)	Output Voltage (VDC)	Output Current (mA)	Efficiency typ. (%)	Max Capacitive Load ⁽¹⁺²⁾
RAC01-3.3SC	80-264	3.3	300	65	2200µF
RAC02-3.3SC			600	66	2700µF
RAC01-05SC	80-264	5	200	68	1600µF
RAC02-05SC			400	70	2000µF
RAC01-09SC	80-264	9	111	70	470µF
RAC02-09SC			222	72	560µF
RAC01-12SC	80-264	12	83	72	180µF
RAC02-12SC			167	74	200µF
RAC01-15SC	80-264	15	67	72	180µF
RAC02-15SC			133	74	200µF
RAC01-24SC	80-264	24	42	73	68µF
RAC02-24SC			83	77	68µF

Specifications (measured at TA 25°C, full load after warm-up)

Input Voltage Range (with derating)	80-264VAC or 115-370VDC	
Rated Power	1 or 2 Watts max.	
Input Frequency Range (for AC Input)	47-63Hz	
Input Current (full load)	RAC01 (115/230VAC)	34mA/23mA max.
	RAC02 (115/230VAC)	55mA/36mA max.
No Load Power Consumption	@115VAC	30mW typ.
	@230VAC	80mW typ.
Inrush Current (<0.5ms)	30/60A max.	
Leakage Current	0.25mA max.	
Output Voltage Tolerance (combined Tolerance, Line Reg and Load Reg at full load)	±5% max.	
Line Voltage Regulation	low line, high line at full load	±2% max.
Load Voltage Regulation	10% to 100% full load	±6% max.
Output Ripple (20MHz BW limited)	3.3V Output	<150mVrms
	All others	<100mVrms
Operating Frequency (full load)	30kHz typ.	
Minimum Load = 0%	specifications valid for 10% minimum load only	
RMS Isolation Voltage (input to output)	3kVAC / 1 minute	
Isolation Resistance	1 GΩ min.	
Short Circuit Protection	Hiccup, Automatic Restart	
Operating Temperature Range	(1W, natural convection, no derating)	-25°C to +80°C
	(2W natural convection, no derating)	-25°C to +75°C
	(natural convection, with derating)	-25°C to +85°C
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C	
Humidity	non-condensing	95% RH max
Case Material	Plastic Case, Silicone potting material (UL94V-0)	

continued on next page

POWERLINE

AC/DC-Converter

with 3 year Warranty

RECOM

1 - 2 Watt Single Output

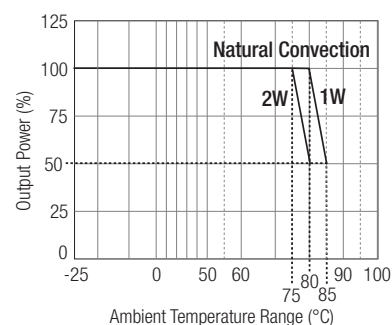


EN-60950-1 Certified

UL-60950-1 Certified

RAC01-C
RAC02-C

Derating Graph (Ambient Temperature)



Please Read Application Notes

www.recom-power.com

Specifications (measured at TA 25°C, full load after warm-up)

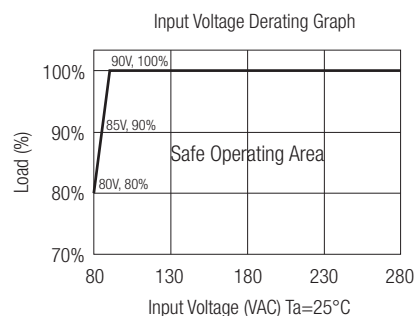
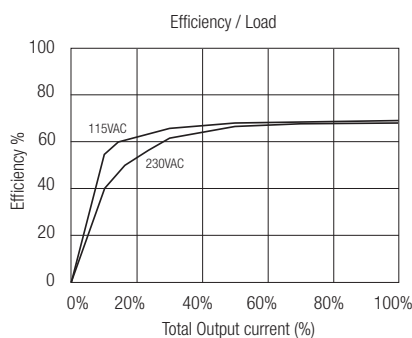
Package Weight		25g
Packing Quantity		22 pcs
EMC	Conducted and Radiate Noise Immunity	EN55022 Class B EN55024
MTBF	+25°C	666 x 10 ³ hours
230VAC	+55°C	395 x 10 ³ hours
using MIL-HDBK-217F	+80°C	125 x 10 ³ hours
Certifications:		
UL General Safety	File Nr. E224736	UL-60950-1, 2nd Edition
EN General Safety	SPCLVD 1202026	EN-60950-1, 2nd Edition
CE	Report: 2011-04-19	EN55022 Class B

Notes:

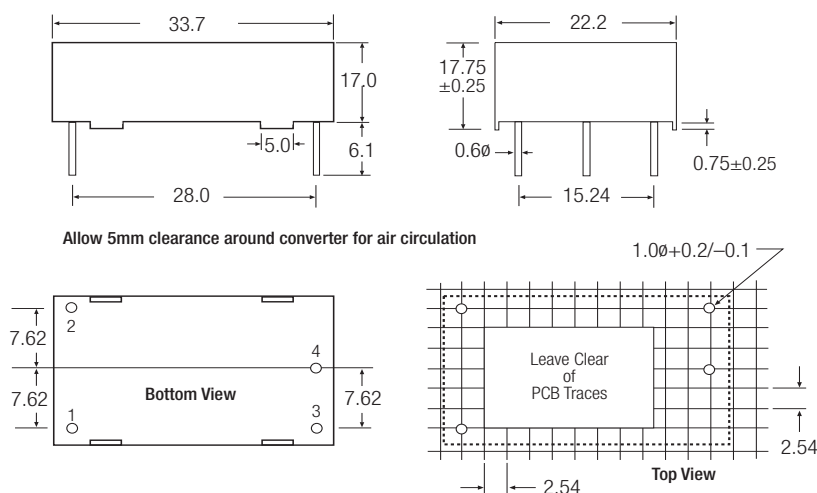
Note1: Measured @ 230VAC / 50Hz / Ta=25°C with constant resistant mode at full load.

Note2: If used @ 115VAC / 60Hz with full load, max. capacitive load is less, please contact RECOM for detailed information.

RAC01-05SC



Standard Package Style and Pinning



Pin Connections

Pin #	Single Output
1	VAC in (N)
2	VAC in (L)
3	-VDC out
4	+VDC out

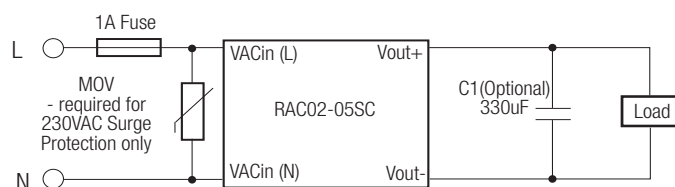
Tolerance ± 0.5 mm unless otherwise specified

Recommended Application Circuit

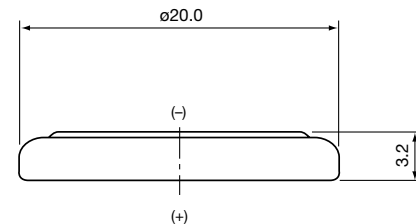
Compact single output regulated power supply

Suggested fuse rating: 1A Slow Blow.

An external MOV is required for 230VAC operation. The varistor should comply with IEC-61051-2 e.g. Epcos S14 series



Model	CR2032
System	Manganese dioxide-Li/Organic Electrolyte
Nominal Voltage (V)	3
Nominal Capacity (mAh)*	220
Nominal Discharge Current (mA)	0.2
Operating Temperature Range (deg. C)**	-20 to +85
Weight (g)***	3.0
Dimensions (mm)***	
Diameter	20.0
Height	3.2
UL Recognition	MH12568

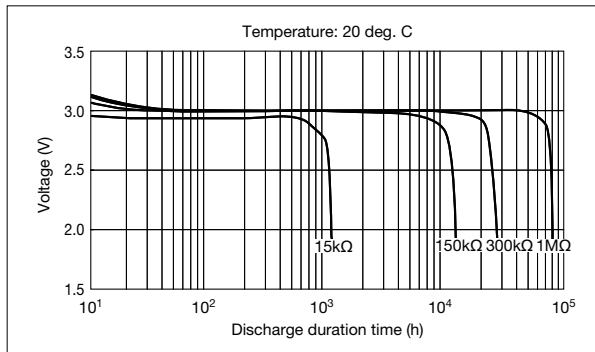


Available Terminals and Wire Connectors

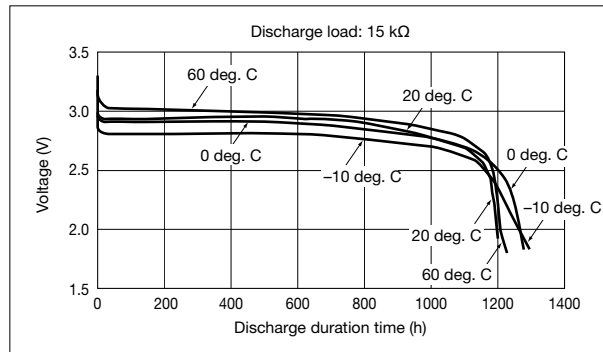
Check http://www.maxell.co.jp/e/products/industrial/battery/pdf/cr2032tw_e.pdf for diagrams of batteries with terminals.

Characteristics

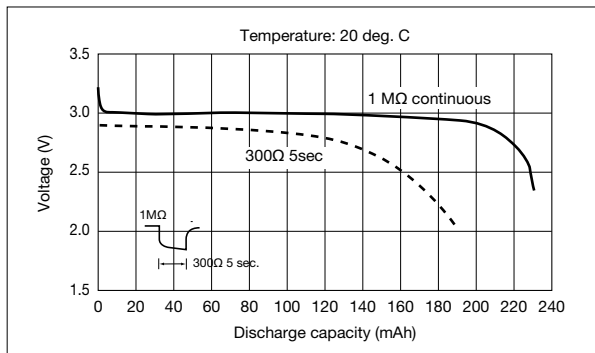
● Discharge Characteristics



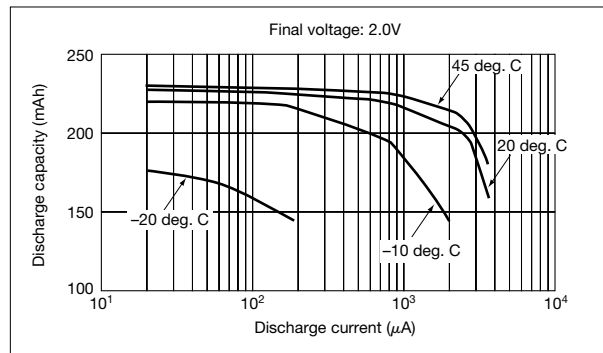
● Temperature Characteristics



● Pulse Discharge Characteristics



● Relationship between Discharge Current and Discharge Capacity



* Nominal capacity indicates duration until the voltage drops down to 2.0V when discharged at a nominal discharge current at 20 deg. C.

** When using these batteries at temperatures outside the range of 0 to +40 deg. C, please consult Maxell in advance for conditions of use.

***Dimensions and weight are for the battery itself, but may vary depending on the shape of terminals or other factors.



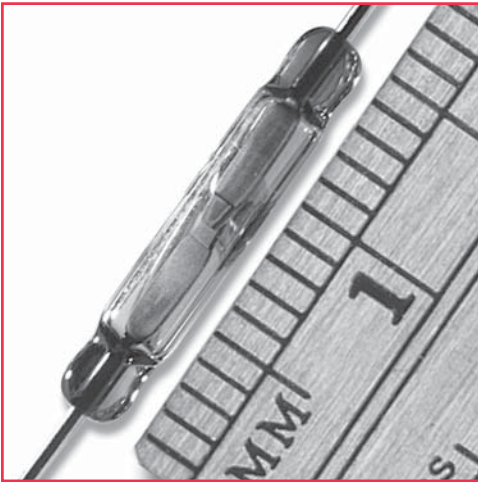
Cover Industrial Co., Ltd.

Block 12, 3/F, DongFang JianFu, YuSheng Industrial zone
GuShu Village, XiXiang Town, BaoAn District , Shenzhen
Guangdong Province, China 518126
Attn: Alex Xiao, Tel: 86-755-29173471, Fax: 86-755-29174502
[Http://www.cover-cn.com](http://www.cover-cn.com)

Parameters:

1	Type	Dynamic speaker
2	Dimension	External diameter 40 mm
3	Rated Input Power	0.25 W
4	Impedance	8 ohm \pm 15% at 1500Hz
5	Resonance Frequency (Fo)	440 Hz \pm 20% at Fo, 1V
6	Sensitivity (S.P.L.)	85dB(W/m) \pm 3 dB at AVE 0.6K,0.8K,1.0K,1.2K(Hz). 96dB(0.25W/0.1m) \pm 3 dB
7	Frequency Range	Fo – 20KHz
8	Distortion	Less than 10 % at 1500Hz 0.25W
9	Max. Input Power	Must be normal at 0.4W white noise for 1 minute.
10	Voice Coil	Diameter 10.8 mm
11	Magnet	Rare earth permanent (Nd-Fe-B) magnet Φ 10 x 1.5mm
12	Weight	11g \pm 2g
13	Appearance	Should not exist any obstacle to be harmful to normal operation; damages, cracks, rusts and distortions, etc.
14	Operation Test	Must be normal at program source –0.25W
15	Buzz, Rattle, etc.	Should not be audible at 1.41V sine Wave between Fo to 20KHz
16	Polarity	When positive voltage is applied to the terminal marked (+), diaphragm should move to the front.
17	Terminal Strength	Capable of withstand 1kg load for 30 seconds without resulting in any damage or rejection.
18	Load Test	0.2 W white noise is applied for 96 hours and satisfy the test listed on item 05,06,13,15
19	High Temp. Test	Keep 96 hours at +70°C \pm 3°C and leave 3 hours in normal temperature and then check
20	Low Temp. Test	Keep 96 hours at -20°C \pm 3°C and leave 3 hours in normal temperature and then check
21	Humidity Test	Keep 96 hours at + 60°C \pm 3°C relative humidity 95% and leave 3 hours in normal temperature and then checked.

RI-23 Series Dry Reed Switch



RI-23 Series

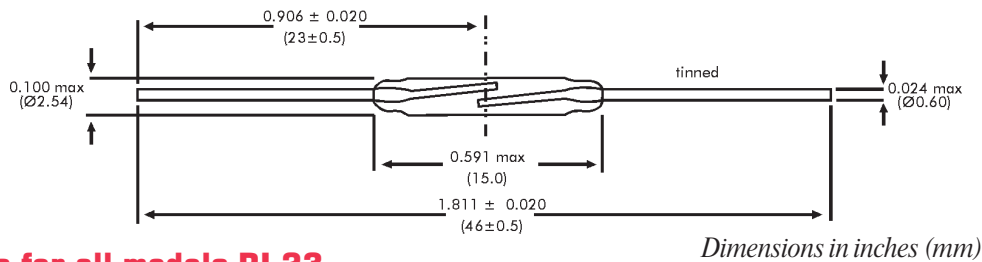
Micro dry-reed switch hermetically sealed in a gas-filled envelope. Single-pole, single-throw (SPST) type, having normally open contacts, and containing two magnetically actuated reeds.

The switch is of the double-ended type and may be actuated by an electromagnet, a permanent magnet or a combination of both.

The device is intended for use in sensors, relays, pulse counters or similar devices.

RI-23 Series Features

- ◆ General purpose reed switch
- ◆ Contact layers: Gold, plated ruthenium
- ◆ Superior glass-to-metal seal and blade alignment
- ◆ Excellent life expectancy and reliability



General data for all models RI-23

AT-Customization / Preformed Leads

Besides the standard models, customized products can also be supplied offering the following options:

- Operate and release ranges to customer specification
- Cropped and/or preformed leads

Coils

All characteristics are measured using the Philips Standard Coil. For definitions of the Philips Standard Coil, refer to “Application Notes” in the *Reed Switch Technical & Application Information* Section of this catalog.

Life expectancy and reliability

The life expectancy data given below are valid for a coil energized at 1.25 times the published maximum operate value for each type in the RI-23 series.

No load conditions (operating frequency: 100Hz)

Life expectancy : min. 10^8 operations with a failure rate of less than 10^{-9} with a confidence level of 90%.

End of life criteria:

Contact resistance $> 1\Omega$ after 2 ms

Release time > 2 ms (latching or contact sticking).

Loaded conditions (resistive load: 12 V; 4 mA; (15 mA peak); operating frequency: 170 Hz)

Life expectancy: min. 10^7 operations with a failure rate of less than 10^{-8} with a confidence level of 90%.

End of life criteria:

Contact resistance $> 2\Omega$ after 4 ms

Release time > 0.7 ms (latching or contact sticking).

Switching different loads involves different life expectancy and reliability data. Further information is available on request.

Mechanical Data

Contact arrangement is normally open; lead finish is tinned; net mass is approximately 190 mg; and can be mounted in any position.

Shock

The switches are tested in accordance with “IEC 68-2-27”, test Ea (peak acceleration 150 G, half sine wave; duration 11 ms). Such a shock will not cause an open switch (no magnetic field present) to close, nor a switch kept closed by an 80 AT coil to open.

RI-23 Series Dry Reed Switch

Model Number			RI-23AAA	RI-23AA	RI-23A	RI-23B	RI-23C
Parameters	Test Conditions	Units					
Operating Characteristics							
Operate Range		AT	8-16	14-23	18-32	28-52	46-70
Release Range		AT	4-14	7.5-17.5	8-22	12-29	16-32
Operate Time - including bounce (typ.)	energization 100 AT	ms	0.1 (20AT)	0.25 (29AT)	0.25 (40AT)	0.25 (65AT)	0.25 (88AT)
Bounce Time (typ.)	energization 100 AT	ms	0.05 (20AT)	0.15 (29AT)	0.15 (40AT)	0.15 (65AT)	0.15 (88AT)
Release Time (max)	energization 100 AT	μ s	70 (20AT)	30 (29AT)	30 (40AT)	30 (65AT)	30 (88AT)
Resonant Frequency (typ.)		Hz	5500	5500	5500	5500	5500
Electrical Characteristics							
Switched Power (max)		W	10	10	10	10	10
Switched Voltage DC (max)		V	200	200	200	200	200
Switched Voltage AC, RMS value (max)		V	140	140	140	140	140
Switched Current DC (max)		mA	250	500	500	500	500
Switched Current AC, RMS value (max)		mA	250	500	500	500	500
Carry Current DC (max)		A	1	1.5	2.5	2.5	2.75
Breakdown Voltage (min)		V	200	275	325	400	500
Contact Resistance (initial max)	(energization)	m Ω	100 (20 AT)	100 (25 AT)	100 (30AT)	100 (40 AT)	100 (40 AT)
Contact Resistance (initial typ.)	(energization)	m Ω	70 (20 AT)	70 (25 AT)	70 (30 AT)	70 (40 AT)	70 (40 AT)
Contact Capacitance (max)	without test coil	pF	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25
Insulation Resistance (min)	RH \leq 45%	M Ω	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶

Vibration

The switches are tested in accordance with “IEC 68-2-6”, test Fc (acceleration 10G; below cross-over frequency 57 to 62 Hz; amplitude 0.75 mm; frequency range 10 to 2000 Hz, duration 90 minutes). Such a vibration will not cause an open switch (no magnetic field present) to close, nor a switch kept closed by an 80 AT coil to open.

Mechanical Strength

The robustness of the terminations is tested in accordance with “IEC 68-2-21”, test Ua₁ (load 40 N).

Operating and Storage Temperature

Operating ambient temperature; min: -55°C; max: +125°C. Storage temperature; min: -55°C; max: +125°C. **Note:** Temperature excursions up to 150°C may be permissible. For more information contact your nearest Coto Technology sales office.

Soldering

The switch can withstand soldering heat in accordance with “IEC 68-2-20”, test Tb, method 1B:solder bath at 350 \pm 10 °C for 3.5 \pm 0.5 s. Solderability is tested in

accordance with “IEC 68-2-20”, test Ta, method 3: solder globule temperature 235°C; ageing 1b: 4 hours steam.

Welding

The leads can be welded.

Mounting

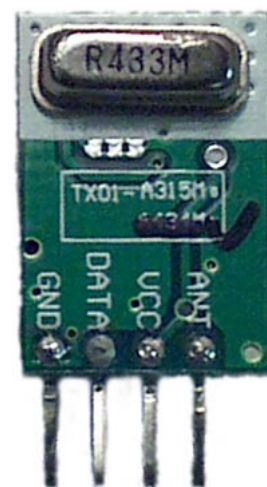
The leads should not be bent closer than 1 mm to the glass-to-metal seals. Stress on the seals should be avoided. Care must be taken to prevent stray magnetic fields from influencing the operating and measuring conditions.

Features

- Complete RF Transmitter
- Transmit Range Up To 50m
- CMOS / TTL Input
- No Adjustable Components
- Very Stable Operating Frequency
- Low Current Consumption (Typ 11mA)
- Wide Operating Voltage (1.5-5v)
- ASK Modulation
- Available as 315 or 433 MHz

Applications

- Wireless Security Systems
- Car Alarms
- Remote Gate Controls
- Remote Sensing
- Data Capture
- Sensor Reporting



Description

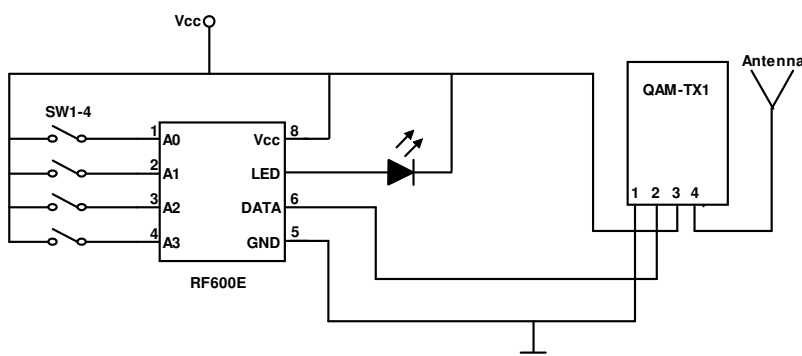
The Quasar UK AM hybrid transmitter module provides a complete RF transmitter which can be used to transmit data at up to 3KHz from any standard CMOS/TTL source.

The module is very simple to operate and offers low current consumption (typ. 11mA). Data can be supplied directly from a microprocessor or encoding device, thus keeping the component count down and ensuring a low hardware cost.

The modules are compatible with the Quasar UK Ltd. range of AM receivers to provide a complete solution.

Typical Application

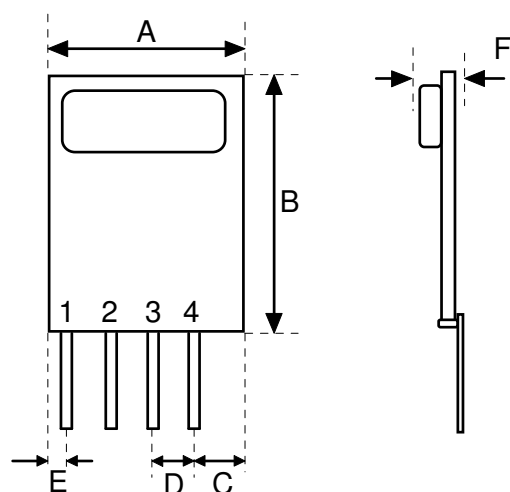
For further information on this circuit please refer to the RF Solutions datasheet DS600



Part Numbers

Part Number	Description
QAM-TX1-433	AM Transmitter Module, 433MHz
QAM-TX1-315	AM Transmitter Module, 315MHz

Technical Specifications



Notes

Pins on 0.1" pitch

Pin Dims :0.25 x 0.50mm

Dimensions

Pin	Measurements (mm)
A	13
B	19
C	3
D	2.54
E	1
F	5.5

Pin Descriptions

Pin	Name	Description
1	GND	Ground
2	IN	Data input
3	Vcc	Supply Voltage
4	ANT	External Antenna

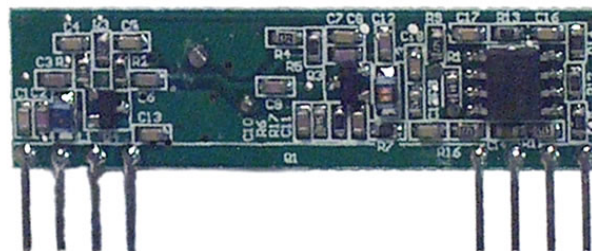
Electrical Characteristics

Ambient temp = 25 °C unless otherwise stated.

Characteristic	Min.	Typ.	Max.	Dimensions
Supply Voltage	1.5	3	5	Vdc
Supply Current (Vcc=5V IN=1kHz)	2.9	11	22	mA
Working Frequency		315 / 433.92		MHz
Time from Power on to data transmission		20		Ms
Data Rate	200		3,000	Hz
Operating Temperature	-20		+60	°C

Features

- Super Regenerative Radio Receiver
- CMOS / TTL Output
- Stable Operating Frequency
- Low Current Consumption
- 5Vdc Operating Voltage
- ASK Demodulation
- Available as 315 or 433 MHz



Applications

- Wireless Security Systems
- Garage Door controller
- Remote Gate Controls
- Remote Sensing
- Data Capture
- Sensor Reporting

Description

The Quasar UK AM hybrid receiver module provides a complete Radio receiver which can be used to receive undecoded data from the range of Quasar (UK) transmitter modules.

The module is very simple to operate and offers a low current consumption, allowing for extended battery life when used in mobile applications.

Data can be fed directly into a microprocessor or decoding device, thus keeping the component count down and ensuring a low hardware cost.

All receivers are compatible, producing a CMOS/TTL output, and only require connections to power and antenna.

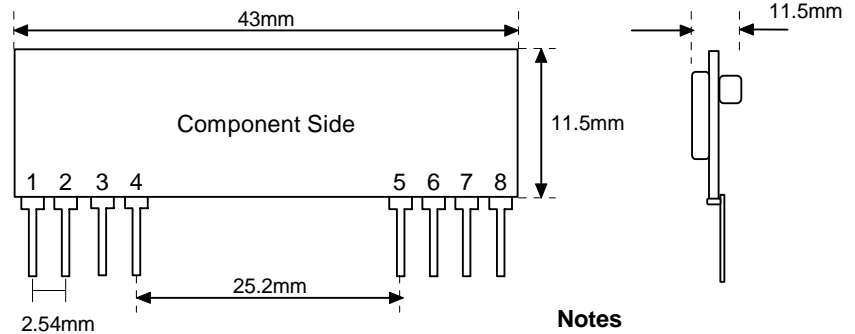
Part Numbers

Part Number	Description
QAM-RX2-433	AM Super Regen Receiver Module, 433MHz
QAM-RX2-315	AM Super Regen Receiver Module, 315MHz

Technical Specifications

Pin Descriptions

Pin	Description
1	External Antenna
2, 3, 8	Ground
6, 7	Data input
4,5	Supply Voltage



Notes

Pins on 0.1" pitch

Pin Dims : 0.25 x 0.50mm

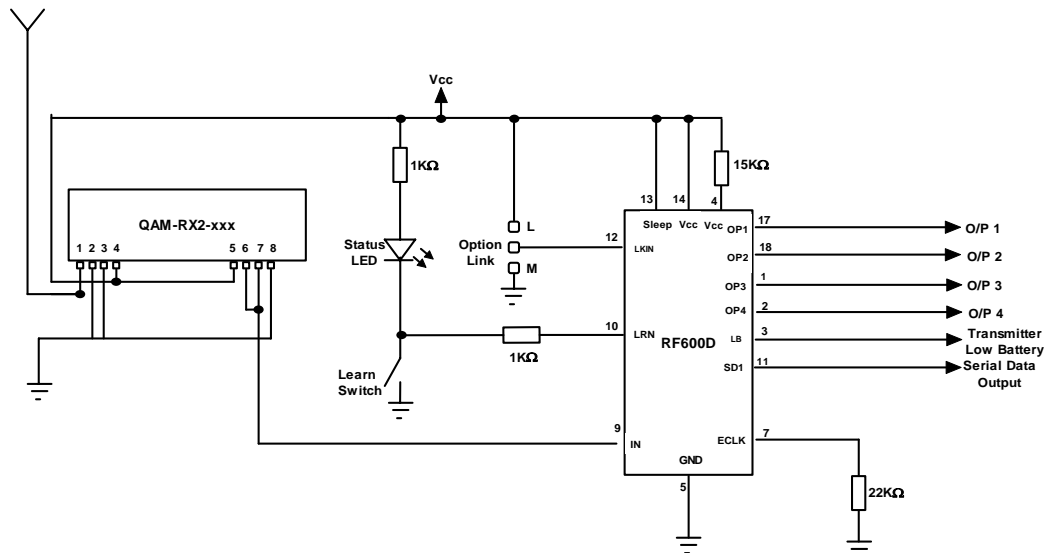
Electrical Characteristics

Ambient temp = 25°C unless otherwise stated.

Characteristic	Min.	Typ.	Max.	Dimensions
Supply Voltage		5		Vdc
Supply Current	3	3.5	4.5	mA
RF Sensitivity		-105		dBm
Working Frequency		315 / 433.92		MHz
High Level Output	0.7Vcc			VDC
Low Level Output			0.3Vcc	VDC
Turn On Time		25		Ms
Data Rate	200		3,000	Hz
Operating Temperature	-10		+60	°C

Typical Application

For further information on this circuit please refer to the RF Solutions datasheet DS600



www.quasaruk.co.uk

Information contained in this document is believed to be accurate, however no representation or warranty is given and no liability is assumed by Quasar (UK) Ltd. with respect to the accuracy of such information. Use of products as critical components in life support systems is not authorised except with express written approval from Quasar (UK) Ltd.



QuasarUK is an internet based company. All Sales / support and interface is via our website at

www.quasaruk.co.uk

for Sales:

Sales : sales@quasaruk.co.uk

for Support:

Support : sales@quasaruk.co.uk

Support Tel: 0907 639 0000

Calls charged at £0.60 per minute from a BT landline other networks may vary. Callers must be 18 or over and have the bill payers permission. Service provided by StealthNET Ltd :08444150774

Índice de Figuras

FIGURA 1.1 - DIAGRAMA FLUJO PARA LA CONCIENCIACIÓN DEL CONSUMIDOR [1]	3
FIGURA 1.2 - GOTA DE AGUA	4
FIGURA 2.1 - POTENCIÓMETRO IDEAL Y SU SÍMBOLO [3].....	7
FIGURA 2.2 - GALGAS EXTENSOMÉTRICAS [3].....	8
FIGURA 2.3 - SÍMBOLO RTD [3]	8
FIGURA 2.4 - SÍMBOLO TERMISTORES [3]	8
FIGURA 2.5 – APLICACIÓN NTC: MEDIDA DE TEMPERATURA CON INDICADOR NO LINEAL [3]	9
FIGURA 2.6 - CIRCUITO DE APLICACIÓN DE SENSOR MAGNETORRESISTIVO ZMZ20 [4]	9
FIGURA 2.7 - SÍMBOLO LDR [3].....	10
FIGURA 2.8 - DISPOSICIÓN FÍSICA DE UN HIGRÓMETRO RESISTIVO [3].....	10
FIGURA 2.9 - CONDENSADOR DE CAPACIDAD VARIABLE [5].....	11
FIGURA 2.10 - CONDENSADOR DIFERENCIAL [5].....	11
FIGURA 2.11 - ESQUEMA BÁSICO DEL LVDT [5]	12
FIGURA 2.12 - ELEMENTO HALL COMO DETECTOR DE DESPLAZAMIENTO [5]	12
FIGURA 2.13 - MEDIDA DE TEMPERATURA MEDIANTE TERMOPARES CON UNA UNIÓN A TEMPERATURA DE REFERENCIA CONSTANTE [6].....	13
FIGURA 2.14 - APLICACIÓN DEL EFECTO PIEZOELÉCTRICO A BAJA FRECUENCIA [6]	14
FIGURA 2.15 - ESQUEMA DE SENSOR FOTODETECTOR FORMADO POR DIODO LED Y FOTODIODO	14
FIGURA 2.16 - FUNDAMENTO DE LOS CAUDALÍMETROS ULTRASÓNICOS BASADOS EN EFECTO DOPPLER [8]	15
FIGURA 2.17 – DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN LINEAL	16
FIGURA 2.18 - PLACA ARDUINO UNO REV 3 [10]	16
FIGURA 3.1 - RIEGO INTELIGENTE [11]	17
FIGURA 3.2 - INODORO CON DESCARGA IDEAL [11]	18
FIGURA 3.3 - GRIFO REGULADOR [11].....	19
FIGURA 3.4 - INODORO LIMPIO[12]	20
FIGURA 3.5 - GRIFO ELECTRÓNICO [12]	20
FIGURA 3.6 - MONSTRUO DEL AGUA [12]	21
FIGURA 4.1 - PRODUCTO PRINCIPAL [12]	25
FIGURA 4.2 - PRODUCTO SECUNDARIO [12]	25
FIGURA 5.1 - ANÁLISIS ESTRUCTURAL [12].....	26
FIGURA 6.1 - DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DE BOOBY BOO.....	28
FIGURA 6.2 - DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DE SCREEN BOO.....	28
FIGURA 6.3 - RESISTENCIA NTC PROTEGIDAS CON TUBO TERMOREDUCTOR.....	30
FIGURA 6.4 - RELÉ REED	30
FIGURA 6.5 - ATMEGA328P	31
FIGURA 6.6 - BOYA E IMÁN [12]	33
FIGURA 6.7 - DIODO LED DE LUZ BLANCA	34
FIGURA 6.8 – MODULO IIC LCD1602	34
FIGURA 6.9 – DYNAMIC SPEAKER.....	35
FIGURA 6.10 - EMISOR Y RECEPTOR DE IR.....	37
FIGURA 6.11 - MODULO QAM – RX2	37
FIGURA 6.12 - MODULO QAM – TX1	37
FIGURA 6.13 - PILA DE BOTÓN CR2032	38
FIGURA 6.14 - FUENTE SMPS RAC01-C	38
FIGURA 6.15 - MODULO RTC BASADO EN DS1307	38
FIGURA 6.16 - DIAGRAMA DE BLOQUES DE BOOBY BOO.....	39
FIGURA 6.17 - ESQUEMA DE LA BATERÍA DE BOOBY BOO	40
FIGURA 6.18 - ESQUEMA DE CONEXIONES DEL ATMEGA328P DE BOOBY BOO	40
FIGURA 6.19 - EJEMPLOS DE PWM.....	41
FIGURA 6.20 - ESQUEMA DE LA INDICACIÓN LUMINOSA DE BOOBY BOO	42
FIGURA 6.21 - ESQUEMA DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE AGUA DE BOOBY BOO	42
FIGURA 6.22 - ESQUEMA DEL MÓDULO EMISOR QAM – TX1 DE BOOBY BOO	42
FIGURA 6.23 - ESQUEMA COMPLETO DE BOOBY BOO.....	43

FIGURA 6.24 - DIAGRAMA DE BLOQUES DE SCREEN BOO.....	43
FIGURA 6.25 - ESQUEMA DE LA ALIMENTACIÓN DE SCREEN BOO	44
FIGURA 6.26 - ESQUEMA DE CONEXIONES DEL ATMEGA328P DE SCREEN BOO	44
FIGURA 6.27 - ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA PANTALLA LCD DE SCREEN BOO	45
FIGURA 6.28 - ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS CONTROLES DE SCREEN BOO.....	45
FIGURA 6.29 - ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL ALTAVOZ A SCREEN BOO.....	46
FIGURA 6.30 - ESQUEMA DE CONEXIONES DE QAM - RX2 DE SCREEN BOO.....	46
FIGURA 6.31 - ESQUEMA DE CONEXIONES DEL MODULO RTC DE SCREEN BOO	46
FIGURA 6.32 - ESQUEMA COMPLETO DE BOOBY BOO.....	47
FIGURA 6.33 - ARDUINO IDE.....	48
FIGURA 6.34 - MONTAJE DEL BOOBY BOO CON RESISTENCIAS NTC.....	48
FIGURA 6.35 - MÓDULOS RF CON SUS RESPECTIVAS ANTENAS.....	49
FIGURA 6.36 - MONTAJE DE BOOBY BOO CON COMUNICACIÓN IR	49
FIGURA 6.37 –MONTAJE DE SCREEN BOO CON COMUNICACIÓN IR	49
FIGURA 6.38 - MONTAJE DE BOOBY BOO CON COMUNICACIÓN RF.....	50
FIGURA 6.39 - MONTAJE DE SCREEN BOO CON COMUNICACIÓN RF.....	50
FIGURA 6.40 - MONTAJE BOOBY BOO CON ATMEGA328P EN PLACA DE PROTOTIPADO.....	51
FIGURA 6.41 - MONTAJE DE SCREEN BOO CON ATMEGA328P EN PLACA DE PROTOTIPADO	51
FIGURA 6.42 - ARDUINO UNO COMO PROGRAMADOR ISP DE LA SECUENCIA DE INICIO [15]	52
FIGURA 6.43- PLACA ARDUNIO PARA CARGAR PROGRAMAS EN ATMEGA [15]	52
FIGURA 6.44 - MONTAJE FINAL DE BOOBY BOO EN PLACA DE PROTOTIPADO.....	53
FIGURA 6.45 - MONTAJE FINAL DE SCREEN BOO EN PLACA DE PROTOTIPADO.....	53
FIGURA 6.46 - PLACA DE CIRCUITO IMPRESO DE BOOBY BOO.....	54
FIGURA 6.47 - PLACA DE CIRCUITO IMPRESO DE SCREEN BOO.....	54
FIGURA 7.1 - ENSAMBLAJE DE BOOBY BOO	55
FIGURA 8.1– SECUENCIA DE USO DEL BOOBY BOO Y SCREEN BOO [12].....	57
FIGURA 8.2 - ESQUEMA DEL MENÚ DE CONFIGURACIÓN DE SCREEN BOO	58

Índice de Tablas

TABLA 1.1 - COMPOSICIÓN DE EQUIPOS.....	4
TABLA 2.1 - CLASIFICACIÓN DE SENSORES [2]	6
TABLA 2.2 - COMPARATIVA DE TIPOS DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN	16
TABLA 5.1 - ANÁLISIS ESTRUCTURAL [12].....	27
TABLA 6.1 - SENSORES.....	29
TABLA 6.2 - COMPARATIVA PLACAS DE DESARROLLO OPEN SOURCE [13].....	32
TABLA 6.3 - ATMEGA328P DC CHARACTERISTICS – CURRENT CONSUMPTION [14]	33
TABLA 6.4 - CLASES DE BLUETOOTH EN REFERENCIA A LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN.....	36
TABLA 6.5 - CLASES DE BLUETOOTH EN REFERENCIA AL ANCHO DE BANDA.....	36

Referencias Bibliográficas

- [1] Brief Proyectos Híbridos 2012-2013 3 Oct 2012
- [2] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 1, Pág. 8, Cuadro 1.2
- [3] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 2, Págs. 56-98.
- [4] *Datasheet* ZM220. <http://diodes.com/datasheets/ZM220.pdf> (Consultada 5/5/2014)
- [5] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 4, Págs. 173-231.
- [6] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 6, Págs. 273-313.
- [7] **Robot Argentina.** http://robots-argentina.com.ar/Sensores_fotodiodos.htm (Consultada 20/11/2012)
- [8] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 9, Págs. 388-396.
- [9] **Pallás Areny, Ramón.** "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" 4ª Edición. Editorial MARCOMBO, S.A., 2005. Capitulo 9, Págs. 408-414.
- [10] Web de Arduino. <http://www.arduino.cc/> (Consultada por última vez 5/4/2014)
- [11] **Carazo Castel, Víctor; Ceamanos Fiances, Lorena; Chávez Sayay, Danilo; Sánchez Álvarez, Ana M.** "PRODUCTO ELECTRÓNICO Uso Agua en Edificio Público". Trabajo de la asignatura METODOLOGÍA DE DISEÑO. Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. 4º CURSO: 2012-13. Universidad de Zaragoza.
- [12] **Moles, Silvia; Martínez, Héctor; Moosbrugger, Patrick; Marco, Sandra.** "Ahorro de agua en edificios públicos". Trabajo de la asignatura METODOLOGÍA DE DISEÑO. Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. 4º CURSO: 2012-13. Universidad de Zaragoza
- [13] El blog de githesa. <http://githesa.com/2013/05/18/netduino/> (Consultada 2/5/2014)
- [14] Datasheet Atmel 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32KBytes. In-System Programmable Flash. ATmega48A; ATmega48PA; ATmega88A; ATmega88PA; ATmega168A; ATmega168PA; ATmega328; ATmega328P
- [15] Arduino *Forums*. <http://arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard> (Consultada 18/1/2014)
- [16] **Casas, Roberto; Herrero, Elías; López, José María; Oyarbide, Estanis.** "Introducción Arduino". Fundamentos de Electrónica. Universidad de Zaragoza.
- [17] **Paul Malvino, Albert.** "PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA". 6ª Edición. Editorial MC GRAW HILL, 2000.
- [18] **Fernández Escartín, Vicente Pedro.** Apuntes de la asignatura Electrónica Analógica. Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Electrónica. Universidad de Zaragoza.
- [19] **López Pérez, José María.** Apuntes asignatura Tecnología de Componentes. Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Electrónica. Universidad de Zaragoza.
- [20] **Martín del Brío, Bonifacio; Bono Nuez, Antonio.** Apuntes de la asignatura Microprocesadores e Instrumentación Electrónica. Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Electrónica. Universidad de Zaragoza.
- [21] SB-Projects. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/index.php> (Consultada 9/12/2013)

- [22] Gammon *Software Solutions forum*. <http://www.gammon.com.au/forum/?id=11497> (Consultada 18/1/2014)
- [23] Boletín Oficial del Estado. <http://www.boe.es/boe/dias/2010/03/12/pdfs/BOE-A-2010-4132.pdf> (Consultada 5/2/2014)
- [24] IKKARO, comunicación y experimentos caseros. <http://www.ikkaro.com/arduino-comunicacion-radiofrecuencia/> (Consultada 14/3/2014)
- [25] ControlRobotics. <http://controlrobotics.rodrigomompo.com/2013/09/tutorial-arduino-kit-rf-433mhz-part4.html> (Consultado 14/3/2014)
- [26] mbed. <http://mbed.org/cookbook/seeed-grove-RTC> (Consultada 5/4/2014)
- [27] Radio-Electronics.com. <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/pm-phase-modulation/what-is-qam-quadrature-amplitude-modulation-tutorial.php> (Consultada 14/3/2014)
- [28] AT4 Wireless Marcado CE. <http://www.marcado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque/compatibilidad-electromagnetica-emc.html> (Consultada 5/1/2013)